



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa

Treball Final de Grau

Tècniques de baix cost per a l'obtenció, anàlisi de qualitat i tractament d'aigua

Grau en Enginyeria Química
Curs 17/18

Autor: Aina Castro Garcia

Director: Dolors Grau Vilalta

Data: Juliol de 2018

Localitat: Manresa

Resum

L'aigua és un recurs bàsic per a la vida; la problemàtica de la desigualtat i la dificultat que pateixen poblacions del Planeta per a tenir-ne accés de forma segura i saludable, ha sigut la impulsora d'aquest treball final de grau.

La investigació de tècniques de baix cost tant d'obtenció com d'anàlisi i tractament és fonamental per a facilitar el consum d'aigua potable a països en vies de desenvolupament.

Es detallen diferents mètodes d'obtenció d'aigua, depenent del terreny, el clima i els recursos de la zona en que es vulgui utilitzar. A la pràctica s'han realitzat dos sistemes completament diferents per obtenir proveïment d'aigua.

Per determinar si una aigua és apta per al consum o no, és necessari realitzar una sèrie d'anàlisis. S'estudien diferents mètodes de baix cost per determinar diferents paràmetres físico-químics i es comparen amb els resultats que s'obtindrien al fer una anàlisi convencional amb instruments de laboratori.

Per últim es parla de tractament d'aigües, sistemes de filtració i potabilització per a cabals reduïts per abastir poblacions petites o més aviat, sistemes per a ús domèstic.

Paraules claus: aigua, anàlisis, baix cost, qualitat, tractament, tècniques.

Abstract

Water is a basic resource for life. Problems of inequality and difficulty of accessing to safety water that has some countries on the Planet, has been the driving force to investigate and to realize this final degree project.

The research of low cost techniques for obtaining, analysis and treatment is essential to facilitate safety water in developing countries.

In order to obtain water there are many methods, they are detailed depending on the zone, the climate and the resources of the area in which it is wanted to use them. It is chosen two completely different systems to obtain a water source.

To determine if a water is suitable for consumption or not, it is necessary to analyze it. Different low cost methods are studied to determine different physicochemical parameters. Once it is done the low cost analysis, the results are compared with the once would be obtained if it was followed the conventional analysis with laboratory instruments.

Finally, there is talk about water treatment, filtration and purification systems for reduced flows to supply small populations or rather, systems for home use.

Key words: water, analysis, low cost, quality, treatment, techniques.

Índex

1. Introducció i objectius	3
1.1 Objectius	3
2. Situació de l'aigua al Planeta	5
2.1 Recursos	5
2.1.1 L'aigua com a recurs	5
2.1.2 On es troba l'aigua del Planeta?	6
2.1.3 Quins són els seus usos?	7
2.2 Problemàtica social: diferència entre Primer Món i països en desenvolupament	9
2.2.1 Desigualtat de la distribució de l'aigua	9
2.2.2 Desigualtat en el consum d'aigua	10
2.2.3 Esgotament dels recursos hídrics	10
2.2.4 Accessibilitat	10
2.2.5 Contaminació de l'aigua	12
2.3 Necessitat de desenvolupar tècniques de baix cost	13
3. Tècniques de baix cost	15
3.1 Obtenció d'aigua	15
3.1.1 Tècniques per recollir aigua de pluja	15
3.1.2 Màquina convertidora d'aire en aigua	20
3.1.3 Recol·lector de boira (Aquair)	20
3.1.4 Atrapa boires	21
3.1.5 Màquina que permet obtenir aigua potable al desert (Aquaer)	23
3.1.6 Panell que utilitza la llum per obtenir aigua potable (Source)	24
3.2 Tècniques d'anàlisi d'aigua	25
3.2.1 Paràmetres físics	25
3.2.2 Paràmetres químics	36
3.2.3 Paràmetres biològics	53
3.3 Tractament de l'aigua	57
3.3.1 Filtració	57
3.3.2 Potabilització	66
4. Cas d'estudi	73
4.1 Obtenció de l'aigua a Manresa	73
4.1.1 Tècnica aplicada a estructures de construcció	73
4.1.2 Recol·lector de boira	75
4.2 Anàlisi d'aigua	78

4.2.1	Presa de mostres	80
4.2.2	Anàlisi.....	84
4.3	Tractament de l'aigua	90
4.3.1	Filtració.....	90
4.3.2	Potabilització.....	91
5.	Resultats	93
5.1	Obtenció d'aigua	93
5.1.1	Teulada habitatge de Manresa	93
5.1.2	Col·lectors de boira	93
5.2	Anàlisi de les mostres	94
6.	Conclusions	107
7.	Referències	109

Annexes

Annex I: Manuals i fitxes dels instruments de mesura

- A. Turbidímetre Hanna HI 93703
- B. Espectrofotòmetre Zuzi 4211/20
- C. Colorímetre Hanna HI 727
- D. Sonda de temperatura Hanna HI766
- E. Conductímetre Hanna HI9033
- F. pHmetre Hanna HI98164
- G. Tester Digital de Duresa Hanna HI720
- H. Test Digital Alcalinitat Hanna HI 775
- I. Oxímetre Hanna HI 98193
- J. Kit Oxigen Dissolt Hanna HI 3812
- K. Elèctrode combinat de nitrat Hanna HI 4113- HI 4013
- L. Espectrofotòmetre de fosfats Hanna HI 96717
- M. Ampolla amb tap Oxitop[®]
- N. Digestor Hanna HI83224

Annex II: Fitxes de seguretat de substàncies

- A. Hipoclorit de sodi
- B. Dicloroisocianurat de sodi

Annex III: BOE

- A. Real Decreto 140/2003

Índex Figures

2. Situació de l'aigua al Planeta

Figura 2.1 – Cicle de l'aigua (Font: veure ref.(2))

Figura 2.2 – L'aigua al món, distribució i usos (Font: veure ref.(4))

3. Tècniques de baix cost pel tractament de l'aigua

Figura 3.1 – Recol·lecta d'aigua aprofitant les teulades (Font: veure ref.(11))

Figura 3.2 – Recol·lecta d'aigua aprofitant el sostre d'un hivernacle (Font: veure ref.(11))

Figura 3.3 – Sistema de potabilització d'aigua de pluja (Font: veure ref.(12))

Figura 3.4 – Sistema de filtrat i potabilització de l'aigua (Font: veure ref.(12))

Figura 3.5 – Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

Figura 3.6 – Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

Figura 3.7 – Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

Figura 3.8 – Reservori amb teulada (Font: veure ref.(11))

Figura 3.9 – Màquina convertidora d'aire en aigua Freshwater (Font: veure ref.(13))

Figura 3.10 – Recol·lector de boira AQUAIR (Font: veure ref.(14))

Figura 3.11 – Captador de boira NRP3.0 (Font: veure ref.(16))

Figura 3.12 – Atrapa boires de la ONG Dar Si Hmad (Font: veure ref.(17))

Figura 3.13 – Màquina per obtenir aigua al desert (Font: veure ref.(18))

Figura 3.14 – Panell que transforma la llum en aigua potable Source (Font: veure ref.(19))

Figura 3.15 – Turbidímetre Hannah HI 93703 (Font: veure ref.(21))

Figura 3.16 – Disc de Secchi (Font: veure ref.(22))

Figura 3.17 – Transparència amb disc de Secchi (Font: pròpia)

Figura 3.18 – Parts d'un espectrofotòmetre (Font: veure ref.(23))

Figura 3.19 – Espectrofotòmetre Zuzi 4211/20 (Font: veure ref.(24))

Figura 3.20 – Colorímetre Hanna HI 727 (Font: veure ref.(25))

Figura 3.21 – Sonda de temperatura Hanna HI766 (Font: veure ref.(27))

Figura 3.22 – Termòmetre (Font: veure ref.(28))

Figura 3.23 – Conductímetre Hanna HI 9033 (Font: veure ref.(29))

Figura 3.24 – Tires reactives AquaChek (Font: pròpia)

Figura 3.25 – Classificació dels sòlids en un aigua (Font: pròpia)

Figura 3.26 – Escala pH (Font: veure ref.(31))

Figura 3.27 – pHmetre Crison (Font: pròpia)

Figura 3.28 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Figura 3.29 – Tester de Duresa Hanna HI720 (Font: veure ref.(34))

Figura 3.30 – Tires reactives Johnson® (Font: pròpia)

Figura 3.31 – Exemple aigua blana (esquerra) i dura (dreta) (Font: veure ref.(35))

Figura 3.32 – Test digital d'alcalinitat Hanna HI 775 (Font: veure ref.(37))

Figura 3.33 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Figura 3.34 – Oxímetre (Font: pròpia)

Figura 3.35 – Kit Oxigen Dissolt Hanna HI 3812 (Font: veure ref.(38))

Figura 3.36 Elèctrode de nitrat Hanna HI4113-HI4013 (Font: veure ref.(39))

Figura 3.37- Kit de nitrats API® (Font: veure ref.(41))

Figura 3.38 – Espectrofotòmetre de fosfats Hanna HI 96717 (Font: veure ref.(42))

Figura 3.39 – Kit de fosfats API® (Font: veure ref.(44))

Figura 3.40 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Figura 3.41 – Ampolles Oxitop® (Font: veure ref.(46))

Figura 3.42 – Nivells permesos d'E.coli (Font: veure ref.(49))

Figura 3.43 – Equips per a determinar la presència de microorganisme (Font: pròpia)

Figura 3.44 – Kit Aquagenx (Font: verue ref.(52))

Figura 3.45 – Filtre de ceràmica (Font: veure ref.(53))

Figura 3.46 – Filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

Figura 3.47 – Procés de filtració de l'aigua amb filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

Figura 3.48 – Tapa del filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

Figura 3.49 – Procés intern de filtració i aixeta dispensadora d'aigua (Font: veure ref.(55))

Figura 3.50 – Tall de la base del filtre (Font: veure ref.(56))

Figura 3.51 – Omplir amb cotó i pedres la base del filtre (Font: veure ref.(56))

Figura 3.52 – Omplir amb cendres i sorra fina el filtre (Font: veure ref.(56))

Figura 3.53 – Capa de carbó vegetal (Font: veure ref.(56))

Figura 3.54 – Part superior recoberta amb gasses (Font: veure ref.(56))

Figura 3.55 – Procés de filtració d'aigua amb filtre de sorra (Font: veure ref (56))

Figura 3.56 – Filtre de tela (Font: veure ref.(57))

Figura 3.57 – Mètode de decantació dels tres recipients (Font: veure ref.(58))

Figura 3.58 – Làmpada potabilitzadora SteriPEN Ultra (Font: veure ref.(59))

Figura 3.59 – Bidó Solvatten (Font: veure ref.(53))

Figura 3.60 – Lifestraw (Font: veure ref.(64))

4. Cas d'estudi

Figura 4.1 – Canalització aigua de la teulada d'un habitatge de Manresa (Font: pròpia)

Figura 4.2 – Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua de pluja (Font: pròpia)

Figura 4.3 – Recol·lector rectangular amb malla Rascher (Font: pròpia)

Figura 4.4 – Recol·lector triangular de fil de plàstic (Font: pròpia)

Figura 4.5 – Diagrama de flux del procés d'anàlisi de mostres (Font: pròpia)

Figura 4.6 – Tram Tres Salts Riera de Viladordis (Font: veure ref.(67))

Figura 4.7 – Tram de captació de la Mostra 1 (Font: pròpia)

Figura 4.8 – Tram de captació Mostra 2- La Sèquia tram Mas de Sant Iscle (Font: pròpia)

Figura 4.9 – Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua de pluja (Font: pròpia)

Figura 4.10 – Ampolla d'aigua Bezoya (Font: veure ref.(68))

Figura 4.11 – Aigua destil·lada (Font: pròpia)

Figura 4.12 – Procediment a seguir per determinar l'oxigen dissolt amb el kit Hanna® HI3810 (Font: veure ref.(69))

Figura 4.13 – Determinació de l'oxigen dissolt de la mostra 1 (Font: pròpia)

Figura 4.14 – Passos per realitzar un filtre casolà (Font: pròpia)

Figura 4.15 – Pastilles efervescent Aquatabs® (Font: veure ref.(71))

5. Resultats

Figura 5.1 – Transparència amb disc de Secchi (Font: pròpia)

Figura 5.2 – Aparència de les mostres captades (Font: pròpia)

Figura 5.3 – Mostres amb tires reactives AquaChek per determinar la concentració de NaCl (Font: pròpia)

Figura 5.4 – Resultat de les tires Kokido® (Font: pròpia)

Figura 5.5 – Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Figura 5.6 – Tires reactives per determinar la duresa (Font: pròpia)

Figura 5.7 – Taula de referència tires duresa Johnson® (Font: pròpia)

Figura 5.8 – Anàlisi qualitatiu de la duresa (Font: pròpia)

Figura 5.9 – Resultat de les tires Kokido® (Font: pròpia)

Figura 5.10 - Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Figura 5.11 – Mostres (1-7) kit determinació de nitrats (Font: pròpia)

Figura 5.12 – Taula referència de nitrats API® (Font: pròpia)

Figura 5.13 – Mostres (1-7) amb kit determinació de fosfats (Font: pròpia)

Figura 5.14 – Taula referència fosfats API® (Font: pròpia)

Figura 5.15 – Resultat de clor tires Kokido® (Font: pròpia)

Figura 5.16 - Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Índex Taules

2. Situació de l'aigua al Planeta

Taula 2.1 - Distribució de l'aigua al Planeta (Font: pròpia)

Taula 2.2 – Dades d' extensió, població i recurs hídric de cada continent (Font: pròpia)

3. Tècniques de baix cost pel tractament de l'aigua

Taula 3.1 – Classificació d'aigua segons la concentració d'ions (Font: pròpia)

Taula 3.2 – Taula determinació del volum necessari de mostra per a la DBO (Font: pròpia)

Taula 3.3 – Taula resum dels mètodes i costos

Taula 3.4 – Relació entre contingut de clor i quantitat a afegir (Font: pròpia)

4. Cas d'estudi

Taula 4.1 – Etiqueta Mostra 1 (Font: pròpia)

Taula 4.2 – Etiqueta Mostra 2 (Font: pròpia)

Taula 4.3 – Etiqueta Mostra 3 (Font: pròpia)

Taula 4.4 – Etiqueta Mostra 4 (Font: pròpia)

Taula 4.5 – Etiqueta Mostra 5 (Font: pròpia)

Taula 4.6 – Etiqueta Mostra 6 (Font: pròpia)

Taula 4.7 - Etiqueta Mostra 7 (Font: pròpia)

5. Resultats

Tabla 5.1 Resultat d'aigua de pluja recollida (Font: pròpia)

Taula 5.2 – Resultats terbolesa (Font: pròpia)

Taula 5.3 – Resultats color (Font: pròpia)

Taula 5.4 – Resultat olor (Font: pròpia)

Taula 5.5 – Resultats temperatura (Font: pròpia)

Taula 5.6 – Relació mesura tira AquaChek amb concentració de NaCl (Font: pròpia)

Taula 5.7 – Resultats conductivitat (Font: pròpia)

Taula 5.8 - Correlació tires AquaChek i conductímetre (Font: pròpia)

Taula 5.9 – Resultats pH (Font: pròpia)

Taula 5.10 - Resultat Duresa amb tires Johnson®(Font: pròpia)

Taula 5.11 – Resultats alcalinitat (Font: pròpia)

Taula 5.12 – Resultats oxigen dissolt (Font: pròpia)

Taula 5.13 – Resultats nitrats (Font: pròpia)

Taula 5.14 – Resultats fosfats (Font: pròpia)

Taula 5.15 - Resultats Clor Lliure (Font: pròpia)

Taula 5.16 – Resultats anàlisi física (Font: pròpia)

Taula 5.17 – Resultats anàlisi química (Font: pròpia)

Índex Gràfiques

2. Situació de l'aigua al Planeta

Gràfic 2.1 – Població i extracció d'aigua mundial al llarg del temps (Font: veure ref.(4))

Gràfic 2.2 – Percentatge de població i recursos hídrics als diferents continents (Font: pròpia)

Gràfic 2.3 – Els 10 països amb el major consum d'aigua del Planeta (Font: veure ref.(7))

Gràfic 2.4 – Accessibilitat d'aigua en diferents països del món (Font: veure ref.(8))

4. Cas d'estudi

Gràfic 4.1 – Pluviometria diària a Manresa 2018 (Font: pròpia)

Gràfic 4.2 – Pluviometria mensual a Manresa 2018 (Font: pròpia)

5. Resultats

Gràfic 5.1 – Relació entre la mesura de les tires AquaChek i la concentració de NaCl (Font: pròpia)

1. Introducció i objectius

L'aigua es un compost essencial per a la vida d'animals i plantes. Les funcions vitals estan estrictament vinculades amb aquest recurs, tots els organismes en contenen un alt percentatge.

L'aigua quan és abundant i saludable, beneficia i enriqueix la vida; al contrari, quan no és així, pot ser una amenaça per a la salut i fins i tot la vida.

Si es dona un cop d'ull a la història, els primers assentaments d'éssers humans estaven situats en zones properes a una font d'aigua. La manca d'aquest recurs ha fet desaparèixer moltes espècies animals i vegetals.

L'aigua és un producte molt abundant al nostre Planeta però no es troba en estat pur, ni amb la qualitat requerida per al consum. La quantitat d'aigua que es troba és un volum fix, aproximadament 1.500 milions de kilòmetres cúbics en total, tot i així no està distribuïda equitativament.

El tema escollit per aquest projecte es deu a aquesta problemàtica, la desigualtat de la distribució de l'aigua al Planeta. Es definirà el significat i la importància del recurs hídric igual que la seva situació a nivell mundial, les problemàtiques socials i la ferma necessitat de desenvolupar tècniques per proporcionar aigua a tots els racons del Planeta.

Es detallaran diferents mètodes d'obtenció d'aigua aprofitant diferents recursos, tècniques d'anàlisi simples i tractaments senzills per tal d'aconseguir aigua i apte per al consum.

Com a cas d'estudi es posarà en pràctica algun dels sistemes d'obtenció d'aigua estudiats, tècniques d'anàlisi de baix cost que permetran conèixer la qualitat de l'aigua de diferents mostres i es descriurà un tractament d'adequació simple i econòmic.

Per últim es mostraran els resultats obtinguts en les situacions estudiades i finalment les conclusions extretes d'aquest treball final de grau.

1.1 Objectius

L'objectiu principal d'aquest treball és estudiar les diferents tècniques de baix cost que es coneixen actualment per obtenir, analitzar i tractar aigües per tal de fer-les aptes per al consum humà.

L'objectiu secundari és poder aplicar aquestes tècniques per facilitar l'abastiment d'aigua a zones que no disposen de facilitats per tenir accés al recurs de manera que en puguin gaudir amb bona qualitat.

2. Situació de l'aigua al Planeta

2.1 Recursos

2.1.1 L'aigua com a recurs

L'aigua és un producte molt abundant al nostre Planeta, però no es troba en estat pur, és a dir, conté sals minerals dissoltes.

A la Terra es pot trobar aigua en estat líquid, sòlid i gasós; sabem que el seu volum total és constant. Tot i saber que hi ha un valor fix aproximat de 1.500 milions de kilòmetres cúbics, hi ha un continu moviment de l'aigua, aquesta continua circulació rep el nom de cicle de l'aigua (Veure Figura 2.1). (1)



Figura 2.1 – Cicle de l'aigua (Font: veure ref.(2))

El cicle de l'aigua no s'inicia en un lloc concret, per entendre'l es farà una breu descripció dels principals processos implicats.

1. Evaporació: l'aigua que es troba sobre superfícies oceàniques i terrestres, s'escalfa i s'evapora; produint-se així un canvi d'estat (de líquid a gasós). No es pot menysprear la quantitat d'aigua que s'evapora dels organismes; els éssers vius, especialment les plantes, contribueixen en un 10% a l'aigua que s'incorpora a l'atmosfera.
2. Precipitació: aquest procés és degut a la pèrdua d'aigua de l'atmosfera, ja sigui per condensació (pluja i rosada) o bé per sublimació inversa (neu i gelbre). En el cas de la pluja, neu i calamarsa la gravetat determina la caiguda; en canvi, per a la rosada i el gelbre el canvi d'estat es produeix directament sobre la superfície que cobreix l'aigua.
3. Infiltració: l'aigua al precipitar sobre el terreny penetra a través dels seus porus i passa a ser subterrània. La quantitat d'aigua que es filtra a la terra depèn de la permeabilitat de la superfície, la vegetació de la zona i del pendent.
4. Escorrentia: l'aigua que precipita sobre el terreny i no és filtrada, és a dir, la que llisca per la superfície del terreny, s'anomena d'escorrentia. Generalment, acaba en llacs, rius o bé oceans.

2.1.2 On es troba l'aigua del Planeta?

La quantitat d'aigua al Planeta és aproximadament de 1.500 milions de kilòmetres cúbics en total, dels quals podem estimar que un 0.025% correspon a l'aigua dolça de fàcil accés. A continuació es veurà representada la distribució d'aquest recurs. (Veure Figura 2.2) (3)

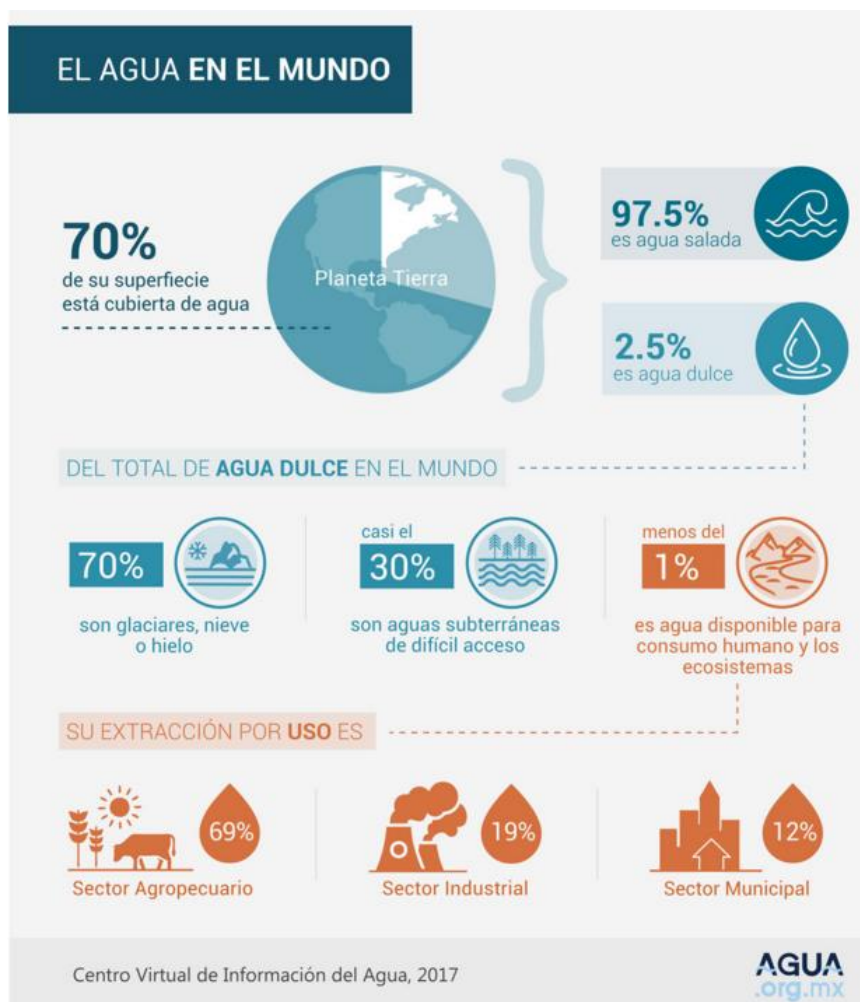


Figura 2.2 – L'aigua al món, distribució i usos (Font: veure ref.(4))

L'aigua salada constitueix el 97.50% del total d'aigua del Planeta. Es per això la major proporció que existeix a la natura. Conté un alt percentatge de sals dissoltes, que impedeix que sigui apta per al consum humà.

El 2.50% restant pertany a la quantitat d'aigua dolça, conté quantitats mínimes de sals dissoltes i per això resulta tolerable per al consum humà.

Seguidament, queden recollits els percentatges i la quantitat d'aigua dels diferents recursos que es troben al Planeta. (Taula 2.1)

Taula 2.1 - Distribució de l'aigua al Planeta (Font: pròpia)

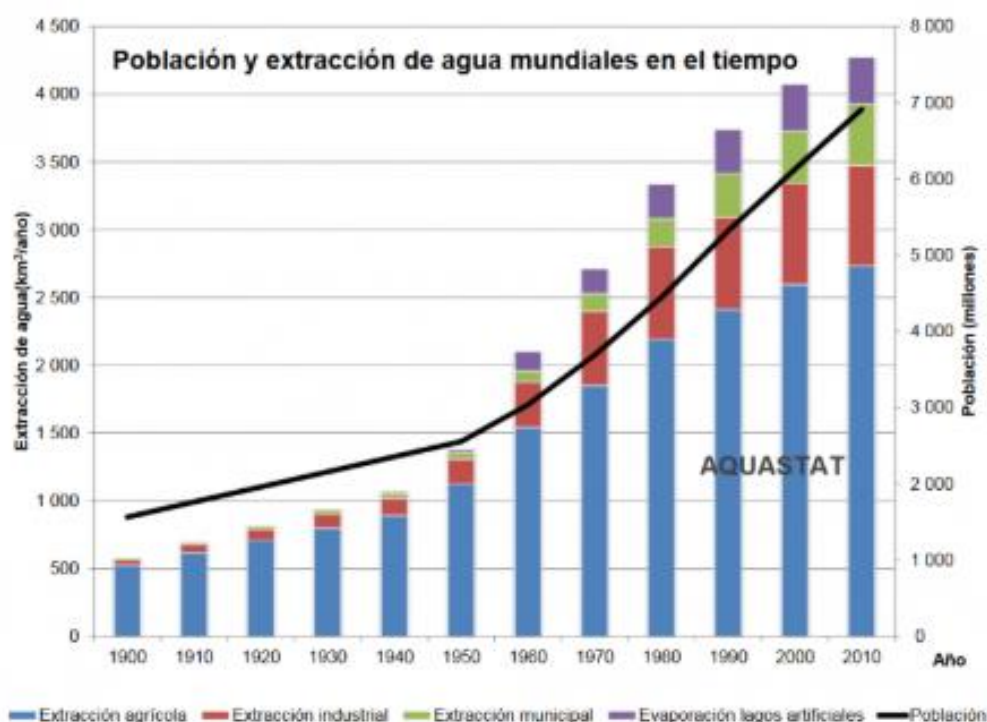
Aigua	Percentatge al món (%)	Volum ($\cdot 10^6 \text{ km}^3$)
Oceans, mars (Salada)	97.50	1.351
Dolça	2.50	35
Glaceres i pols	1.975	24.5
Subterrànies	0.500	10.3
Fàcil accés (*)	0.025	0.2
Total	100,00	1.386

(*) Aigües superficials (rius i rierols)

2.1.3 Quins són els seus usos?

A nivell mundial, la proporció mitjana d'extracció d'aigua és aproximadament: 69% sector agropecuari, 19% industrial i el 12% restant al municipal. (Veure Figura 2.2) (4)

Durant l'últim segle, la població mundial ha augmentat 4.4 vegades, mentre que l'extracció d'aigua s'ha incrementat 7.3 vegades en el mateix període de temps. Tot i així, com es pot veure en la gràfica següent mentre la població segueix augmentant exponencialment, l'increment en l'extracció d'aigua s'ha reduït en les últimes dècades.



Gràfic 2.1 – Població i extracció d'aigua mundial al llarg del temps (Font: veure ref.(4))

Es pot observar un notable augment entre el 1950 i el 1960, ja que durant aquest període de temps es va implantar el model d'industrialització de desenvolupament.

A continuació es descriuran els usos de l'aigua en els diferents sectors.

Ús agrícola:

L'agricultura és el sector amb major ús d'aigua, sobretot l'agricultura de reg, d'acord amb les estimacions de la FAO (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*) al 2011, aquest sector va utilitzar el 70% de les extraccions totals. (5)

La quantitat d'ús d'aquest recurs depèn, principalment, de tres factors fonamentals:

- La disponibilitat de l'aigua natural.
- Les necessitats hídriques dels diferents cultius.
- Les pràctiques i tecnologies implicades en el procés de reg.

D'acord amb les estimacions de la FAO al 2011, de la superfície cultivada només el 19% tenia infraestructures per al reg, tot i que produir més del 40% dels cultius del món.

Es difícil trobar dades sobre l'extracció d'aigua per aquest sector degut a la manca de sistemes de mesura directa i la complexitat dels mètodes d'avaluació.

Ús industrial:

La indústria és un dels motors del creixement i desenvolupament econòmic. La meitat de l'aigua que s'extreu en aquest sector va destinada a les centrals termoelèctriques i els seus processos de refredament.

Es preveu que en un període de 50 anys (2000-2050) la demanda global d'aigua per a la indústria manufacturera s'incrementarà un 400%.

Ús municipal:

És la quantitat d'aigua destinada a abastir la població, ja sigui d'ús públic, comercial i residencial. S'inclouen les necessitats domèstiques, com ara beure, cuinar o bé satisfer les necessitats d'higiene personal.

2.2 Problemàtica social: diferència entre Primer Món i països en desenvolupament

2.2.1 Desigualtat de la distribució de l'aigua

L'aigua no està repartida en totes les zones del Planeta per igual, existeixen zones on es molt escassa donant lloc a pobresa i fam.

Més de 850 milions de persones no tenen accés a aigua potable.

L'ús mig d'aigua per persona i per dia a la majoria de països europeus és d'uns 250 litres, aproximadament; Catalunya es situa molt per sota de la mitjana, Manresa ha arribat al punt més baix consumint 115 litres per persona i dia. En canvi, països en vies de desenvolupament estan entre 10-20 litres. (6)

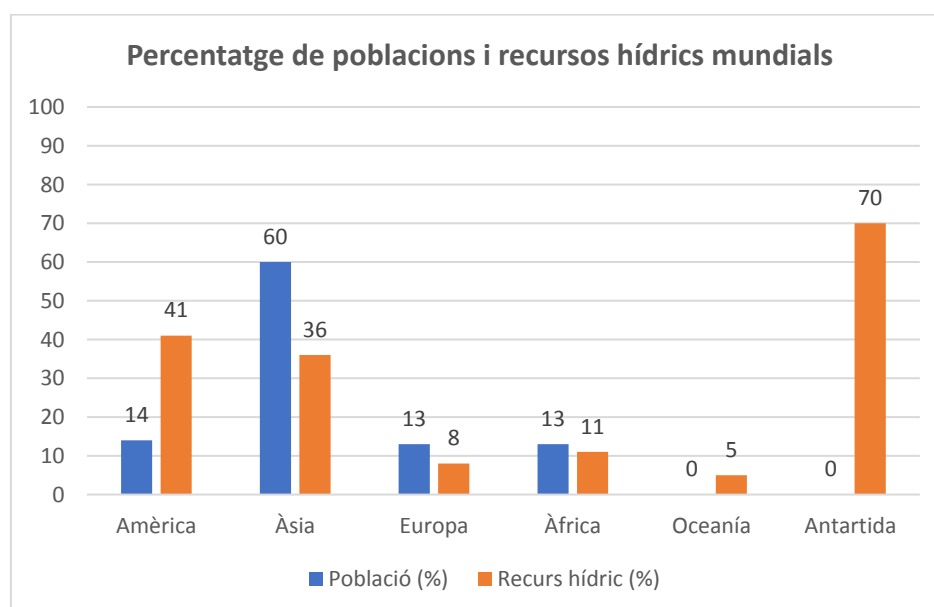
La quantitat d'aigua en els diferents països no és equitativa, ja que el recurs hídric no va en funció de la població. (Veure *Taula 2.2* i *Gràfic 2.2*) (1)

Taula 2.2 – Dades d'extensió, població i recurs hídric de cada continent (Font: pròpia)

CONTINENT	EXTENSIÓ ($\cdot 10^3$ Km ²)	POBLACIÓ (%)	RECURS HÍDRIC (%)
Àsia	44.900	60	36
Amèrica	42.500	14	41
Àfrica	30.300	13	11
Antàrtida	14.000	0(*)	70(**)
Europa	9.900	13	8
Oceania	8.500	<1	5

(*) La població que habita en aquest continent ho fa per temporades reduïdes, per investigacions

(**) És la major reserva d'aigua dolça

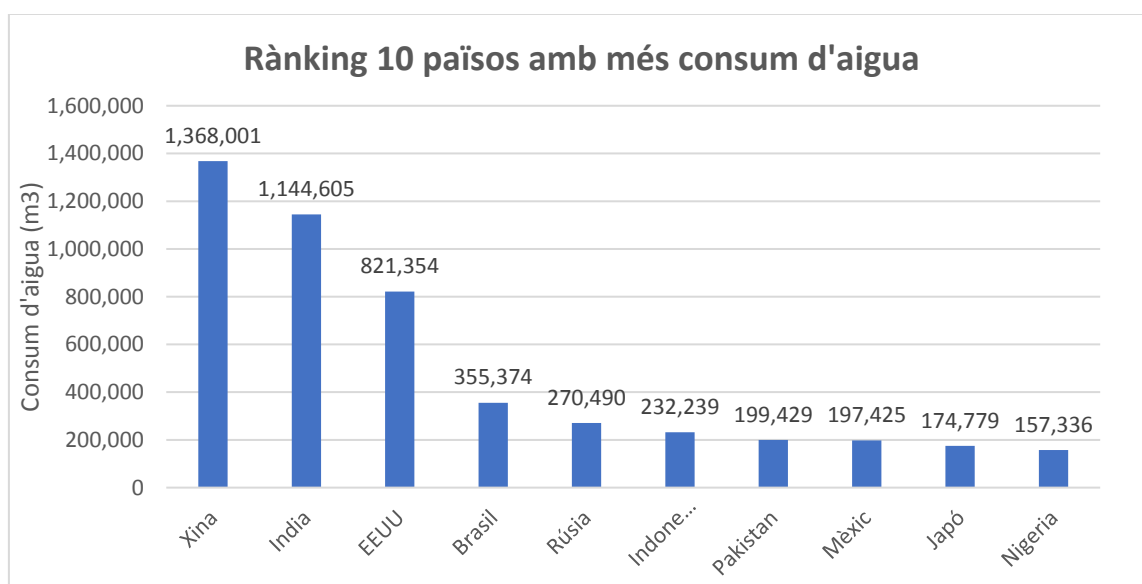


Gràfic 2.2 – Percentatge de població i recursos hídrics als diferents continents (Font: pròpia)

Es pot apreciar el desequilibri existent en els diferents continents. Amèrica té més recursos hídrics que població, en canvi; amb Àsia és al contrari, hi ha més població que recursos. A l'Àfrica és on hi ha més equilibri, tot i que la problemàtica en aquest continent no és el recurs en si, sinó l'accés a aquest per al consum. Europa disposa en proporció de més població que de recursos, la seva garantia d'accessibilitat minimitza aquesta diferència.

2.2.2 Desigualtat en el consum d'aigua

La Xina, Índia i Estats Units, son els països que encapçalen el rànking mundial de consum d'aigua. Només aquests tres països consumeixen el 38% dels recursos hídrics disponibles.



Gràfic 2.3 – Els 10 països amb el major consum d'aigua del Planeta (Font: veure ref.(7))

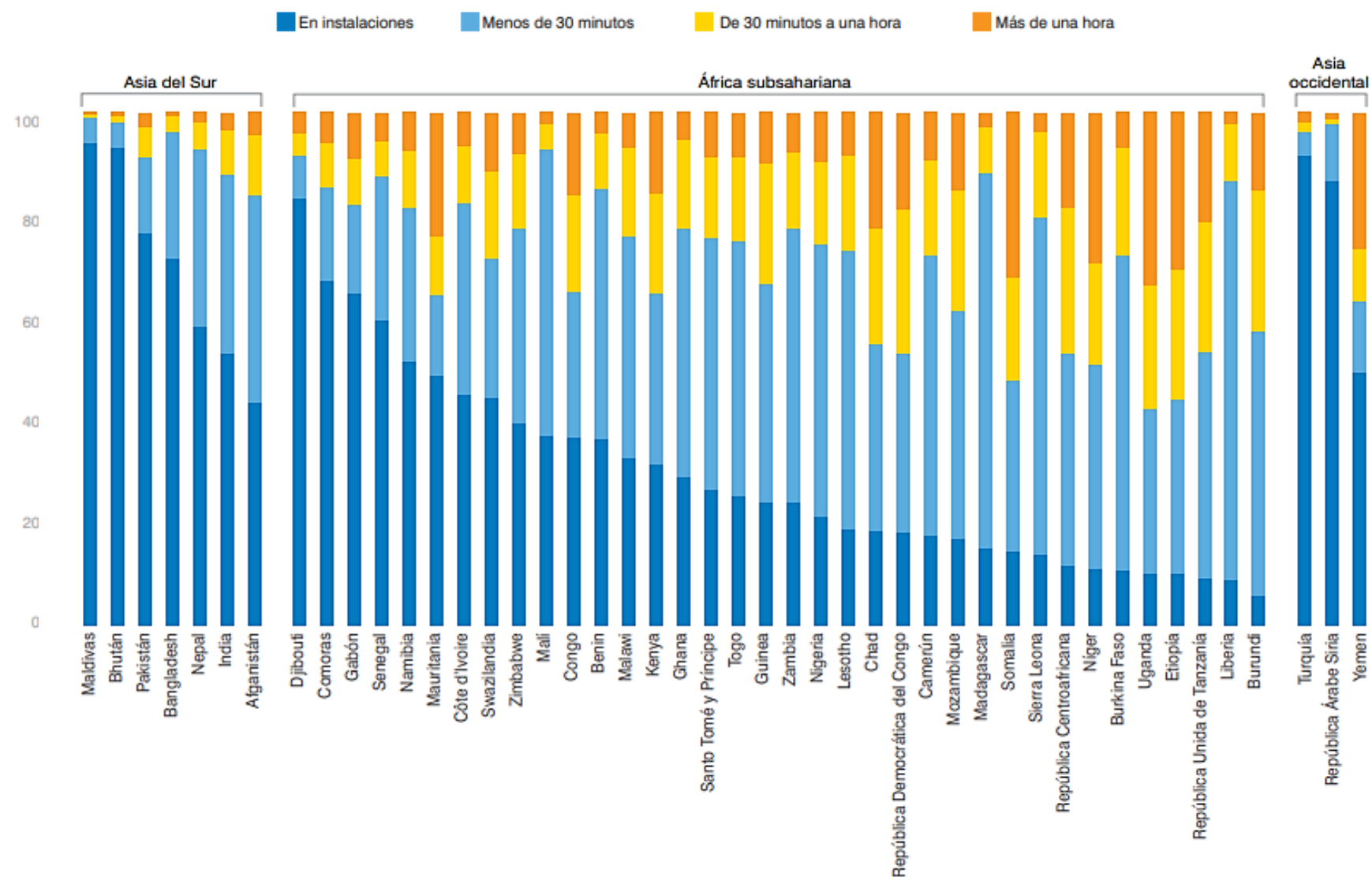
2.2.3 Esgotament dels recursos hídrics

L'augment de la demanda d'aigua és degut al creixement de la població, d'aquí ve la importància de fomentar l'estalvi i la reutilització del recurs per tal d'evitar la seva escassetat i creixement en les zones àrides.

2.2.4 Accessibilitat

L'accessibilitat també és un dels principals problemes. A l'Àfrica, per exemple, disposen de recursos però són de difícil accés. Una forma d'estimar aquest factor és mesurant el temps de desplaçament que es recull de forma rutinària en enquestes i censos a escala nacional.

A la majoria de països la major part de la població inverteix menys de 30 minuts per a buscar aigua potable. En canvi, en d'altres una part significativa de la població afirma que ha d'invertir més de 30 minuts per a realitzar aquesta feina. (Veure Gràfic 2.4)



Gràfic 2.4 – Accessibilitat d'aigua en diferents països del món (Font: veure ref.(8))

Països de l'Àfrica subsahariana són els que tenen més dificultats per obtenir aigua potable, com es mostra al *Gràfic 2.4* més del 50% de la població d'Uganda i Etiòpia han d'invertir més de 30 minuts per assolir aigua.

2.2.5 Contaminació de l'aigua

Factors com l'augment de població, turisme, zones industrials,... alteren l'estat natural de l'aigua posant en risc les persones, animals i plantes que la consumeixen. Els principals contaminants són les aigües residuals, els productes químics que s'aboquen, els agents tòxics, radioactius,...

- Cada any moren 2 milions de persones per malalties causades per les males condicions de l'aigua. (9)
- Moren diàriament al voltant de 4500 nens menors de 5 anys degut a la manca d'aigua potable i sanejament adequat.

Aquesta contaminació de les aigües superficials i subterrànies es produeix de les activitats humanes; que agreguen a l'aigua substàncies alienes a la seva composició natural, modificant així la seva qualitat. Alguns productes contaminants que s'hi poden trobar són:

1. Agents patògens: bacteris, virus, paràsits provinents de residus orgànics.
2. Substàncies químiques inorgàniques: àcids, metalls com ara Mercuri o Plom.
3. Substàncies químiques orgàniques: plaguicides, plàstics, detergents.
4. Nutrients: poden afavorir al creixement excessiu de plantes aquàtiques, disminuint així la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua.
5. Sediments o matèria en suspensió: partícules insolubles, són la major font de contaminació.
6. Substàncies radioactives: poden causar defectes congènits i càncer.

2.3 Necessitat de desenvolupar tècniques de baix cost

En apartats anteriors s'ha mencionat el paper vital que té l'aigua al Planeta, però que és el concepte d'aigua segura?

L'aigua segura és aquella apta per al consum humà, de bona qualitat i que no genera malalties. L'aigua sotmesa a processos de desinfecció, potabilització o purificació casolana.

L'aigua segura està formada per les 6 C: (10)

Aigua segura = Cobertura + Cantidad + Calidad + Continuidad + Costo + Cultura hídrica

- Cobertura: l'aigua ha d'arribar a totes les persones sense restricció, cap ésser humà ha d'estar privat d'una aigua de bona qualitat
- Cantidad: totes les persones han de tenir accés a una dotació d'aigua suficient per satisfer les seves necessitats bàsiques (alimentació, higiene personal, neteja ,...)
- Calidad: accés a una aigua lliure de contaminants i elements que puguin transmetre malalties.
- Continuidad: assolir aigua de forma contínua i permanent.
- Costo: l'obtenció i distribució d'aquest recurs implica un cost que inclou el tractament, manteniment i la reparació de les instal·lacions. Així com les despeses administratives per proporcionar el servei.
- Cultura hídrica: és el conjunt de valors i costums que es té respecte a la importància de l'aigua, la seva disponibilitat i les accions necessàries per obtenir-la., tractar-la, distribuir-la, conservar-la i reutilitzar-la.

La manca d'algun d'aquests factors fa que no es disposi d'una aigua segura, en la majoria de països en vies de desenvolupament no els tenen i és per això que s'ha d'invertir en noves tècniques per obtenir aigua de manera econòmica, segura i eficaç.

3. Tècniques de baix cost

3.1 Obtenció d'aigua

Hi ha diferents tècniques de baix cost per a l'obtenció d'aigua. En aquest apartat se'n classifiquen algunes, depenent de les instal·lacions que es necessiten, la geografia i el clima de la zona on es vulguin posar en pràctica.

3.1.1 Tècniques per recollir aigua de pluja

Tècniques aplicades a les estructures de construcció

Aquesta opció es basa en recollir aigua aprofitant estructures de construcció com sostres d'edificis o hivernacles.

És un sistema simple i econòmic ja que l'aigua de la pluja és canalitzada des de la teulada fins a un tanc on s'emmagatzema. Un cop recollida ja és apta per a ús domèstic.

A continuació es mostren uns esquemes d'aquest tipus de sistema recol·lector. (Figura 3.1 i 3.2)

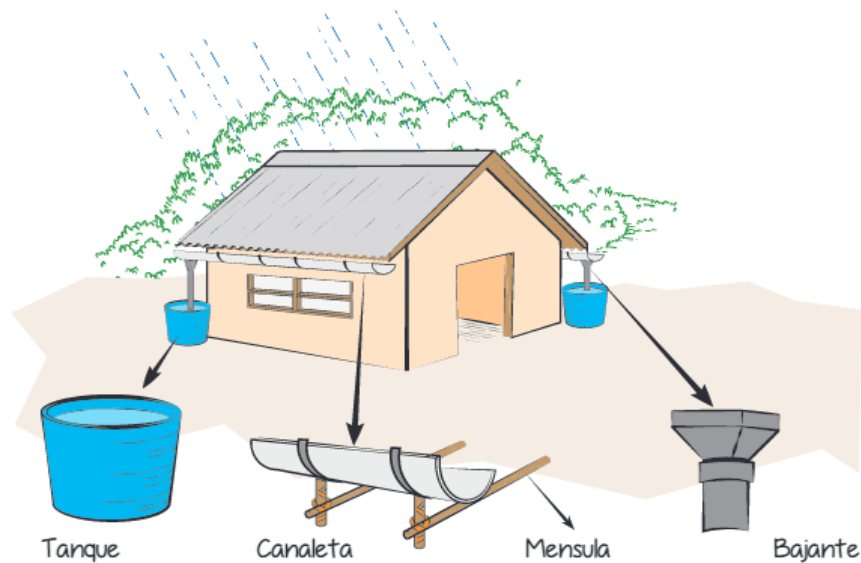


Figura 3.1 - Recol·lecta d'aigua aprofitant les teulades (Font: veure ref. (11))

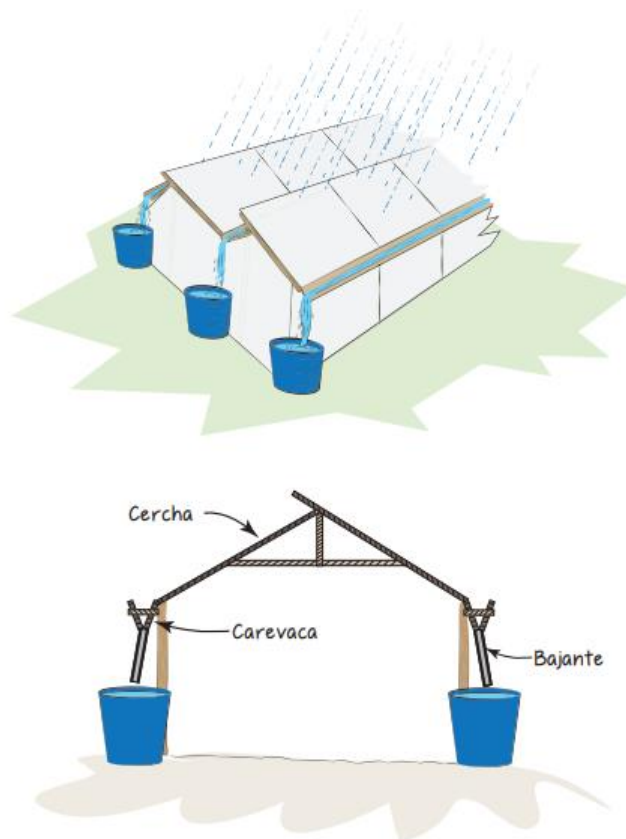


Figura 3.2 - Recol·lecta d'aigua aprofitant el sostre d'un hivernacle (Font: veure ref.(11))

Com queda reflectit en la *Figura 3.1* i la *Figura 3.2*, aquest sistema està format per diferents elements:

1. Tanc d'aigua
2. Canaleta (PVC)
3. Suports i unions de la canaleta (Mènula)
4. Baixant
5. Accessoris (cargols, esquadres, colzes,..)

Un altre sistema aprofitant les estructures de construcció, es un sistema de captació d'aigua amb procés de potabilització. Un equip de dissenyadors de l'empresa *Ideas Sostenibles* ha desenvolupat una equip de captació d'aigua amb un sistema de filtrat de polietilè. Aquest dispositiu fa un tractament a l'aigua de pluja per a utilitzar-la en tasques domèstiques. (Veure *Figura 3.3* i *Figura 3.4*) (12)



Figura 3.3 – Sistema de potabilització d'aigua de pluja (Font: veure ref.(12))



Figura 3.4 – Sistema de filtrat i potabilització de l'aigua (Font: veure ref.(12))

El sistema consta de 4 fases:

- 1- Primer filtrat. Per eliminar fulles i partícules de mida gran
- 2- Pedra calcària per ajustar el pH
- 3- L'aigua entra en contacte amb pastilles d'hipoclorit sòdic per eliminar microorganismes nocius
- 4- Es completa el tractament amb un sistema de filtrat més fi (25 μ m) per netejar qualsevol impuresa existent a l'aigua

Tècniques aplicades a parcel·les

Aquestes tècniques s'apliquen a terrenys que tenen un desnivell important i es realitzen diferents tipus d'estructures per tal d'emmagatzemar l'aigua.

A) Aprofitament dels pendents del terreny i petita rasa per emmagatzemar l'aigua

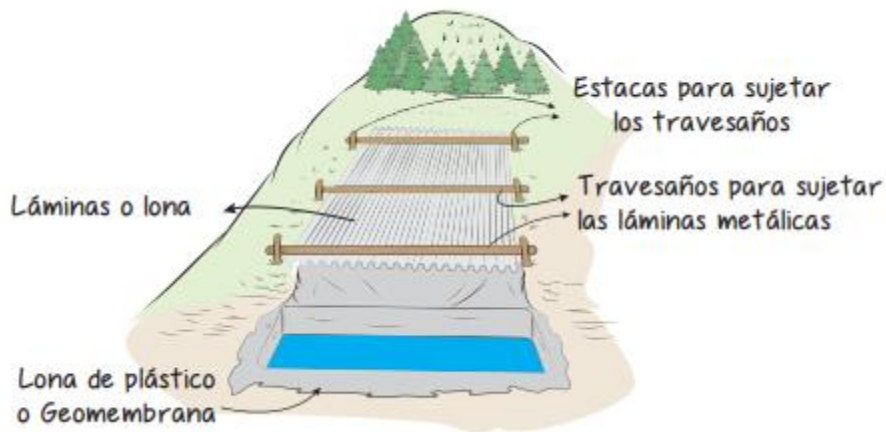


Figura 3.5 - Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

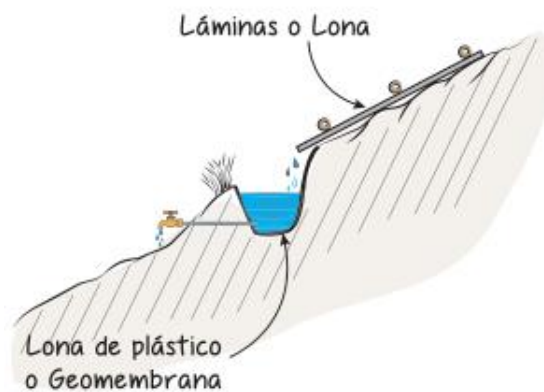


Figura 3.6 - Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

Com es pot veure a la *Figura 3.5* i la *Figura 3.6*, és un sistema simple que necessita els següents materials:

1. Estaques per subjectar els travessers
2. Làmines o lona
3. Lona o geomembrana per la part d'emmagatzematge d'aigua

B) Aprofitament dels pendents del terreny i tanc per emmagatzemar l'aigua

Aquesta tècnica és molt similar a l'anterior, amb la diferència que no és necessari realitzar una rasa sinó que es recull l'aigua en un tanc.

A continuació es mostrarà l'esquema on es visualitza el sistema de recol·lecta.

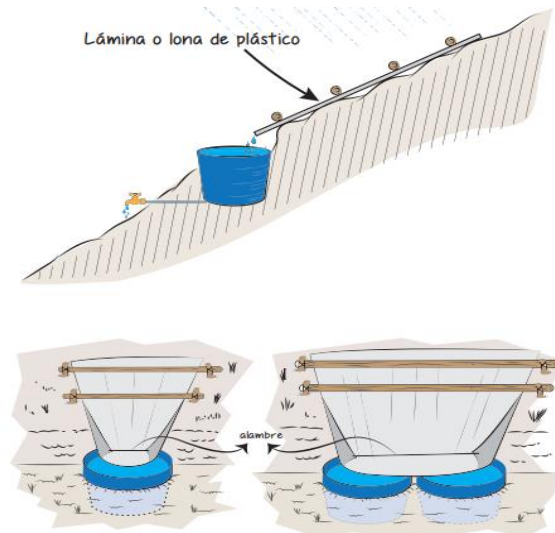


Figura 3.7 - Recol·lecta d'aigua aprofitant el pendent de la parcel·la (Font: veure ref.(11))

A la *Figura 3.7* podem veure que el sistema és molt semblant a l'anterior i els materials que es necessiten són els mateixos; amb la diferència de que en comptes de necessitar una geomembrana i una rasa s'hi afegeix un tanc d'aigua per emmagatzemar l'aigua.

Tècniques aplicades a terrenys plans

Aquestes tècniques s'apliquen a terrenys que no tenen pendent com explanades o zones desèrtiques. Consisteix en crear un desnivell per tal de canalitzar l'aigua i emmagatzemar-la.

Reservori amb teulada

Aquest sistema es basa en construir una teulada amb pendent que desembocchi en un reservori.

És important tenir en compte les dimensions de la teulada ja que pot afectar en l'eficiència del sistema. Com més gran sigui el sostre, més quantitat d'aigua de pluja es recol·lectarà en menys temps; i com més baix sigui, menys quantitat d'aigua s'evaporarà.



Figura 3.8 - Reservori amb teulada (Font: veure ref.(11))

3.1.2 Màquina convertidora d'aire en aigua

És un invent d'una empresa xilena (*Freshwater*), permet obtenir aigua de l'aire. El seu funcionament imita el cicle natural de l'aigua, capturar les micropartícules d'aigua suspeses en la humitat relativa de l'aire creant un núvol el qual es condensa i finalment rep un procés de filtrat, purificació i esterilització.

Aquesta màquina permet obtenir fins a 28 litres d'aigua purificada per dia.



Figura 3.9 - Màquina convertidora d'aire en aigua Freshwater (Font: veure ref.(13))

3.1.3 Recol·lector de boira (Aquair)

Aquair és un dispositiu portàtil dissenyat per quatre estudiants de la Universitat Nacional Cheng Kung (Taiwan) que captura la boira i permet extreure aigua potable de l'aire.

Aquest equip disposa d'una innovadora tecnologia que està formada per un ventilador i una petita centrifugadora per extreure el vapor d'aigua recol·lectat a través d'un tub i que s'aboca en un cubell o tanc.



Figura 3.10 - Recol·lector de boira AQUAIR (Font: veure ref. (14))

És una tecnologia molt útil per aplicar-la en zones tropicals muntanyoses. Com es pot veure a la Figura 3.10 té un muntatge simple i econòmic format per:

1. Ventilador
2. Centrifugadora
3. Tela impermeable
4. Bambú o material suport
5. Tub PVC
6. Recipient (galleda o tanc)

3.1.4 Atrapa boires

La boira, produïda normalment per núvols baixos es poden captar mitjançant la col·locació de malles especials sobre estructures. Aquestes malles tenen la funció de retenir les minúscules gotes d'aigua que floten en l'aire imitant el procés que realitzen les copes dels arbres.

Els captadors de boira NRP3.0 són uns atrapaboires que posseeixen una enorme superfície captadora de 56m² ocupant el mínim espai, només 1.6m². Reduint així, la superfície ocupada en un 90% i minimitzant l'impacte visual. (Veure Figura 3.11)

A la part inferior del recol·lector es troba un dipòsit que emmagatzema l'aigua, està dissenyat per decantar i filtrar l'aigua abans del seu pas cap a la xarxa de canalització. (15)

L'obtenció màxima que pot arribar a capturar aquesta boira és de 1.074 litres/dia. Els materials utilitzats aporten una gran resistència, poc pes i una gran durabilitat; té una vida útil superior als 10 anys.



Figura 3.11 – Captador de boira NRP3.0 (Font: veure ref.(16))

La ONG Dar Si Hmad, és un ONG marroquina que ha posat en marxa un sistema semblant que ha facilitat l'accés d'aigua a més de 400 persones de pobles aïllats del desert del Sahara al Marroc. (17)

El sistema té el mateix funcionament que el NPR3.0, format per una pantalla amb una malla que atrapa les gotes d'aigua de boira, es canalitza i s'emmagatzema en dipòsits. (Veure Figura 3.12)

Es calcula que el de Marroc és el major sistema d'extracció d'aigua de boira al món amb més de 600 metres quadrats de malles, set dipòsits d'emmagatzematge, sis panells solars i més de 10.000 metres de canonada.



Figura 3.12 – Atrapa boires de la ONG Dar Si Hmad (Font: veure ref.(17))

3.1.5 Màquina que permet obtenir aigua potable al desert (Aquaer)

El generador d'aigua potable *Aquaer Generators* té un funcionament senzill semblant al recol·lector de boira ja que també es pren el cicle de l'aigua com a referència. Es captura l'aigua que es troba dissolta a l'atmosfera i es condensa. El resultat d'aquest procés són gotes d'aigua que passen a través d'uns filtres per tal d'eliminar-ne les partícules i finalment s'emmagatzemen en un dipòsit.

Aquesta màquina pot treballar en condicions extremes de temperatures i humitat, aproximadament 45°C i 8% respectivament.

El primer prototip que es va fer té una capacitat per produir 3000 litres d'aigua potable al dia en condicions extremes.



Figura 3.13 - Màquina per obtenir aigua al desert (Font: veure ref.(18))

3.1.6 Panell que utilitza la llum per obtenir aigua potable (Source)

Source, és un panell solar desenvolupat per un grup d'investigació de la Universitat Estatal d'Arizona que té com a objectiu extreure la humitat de l'aire per condensar-la i així obtenir aigua potable.

El seu funcionament es compara amb el d'un gra d'arròs, extreu la humitat de l'aire. Tota l'aigua extreta es purifica utilitzant medis filtrants, s'afegeix calci i magnesi per igualar el sabor i el pH de l'aigua comercial.

Aquest sistema al no utilitzar energia elèctrica ni necessitat de subministrament d'aigua, facilita que es pugui utilitzar en qualsevol part del planeta.

Un panell Source és capaç de generar fins a 5 litres d'aigua per dia.



Figura 3.14 - Panell que transforma la llum en aigua potable Source (Font: veure ref.(19))

3.2 Tècniques d'anàlisi d'aigua

L'aigua a l'estar en contacte amb el medi va adquirint partícules i substàncies que poden alterar les característiques naturals i en ocasions no és apta per al consum humà. Per ser-ho ha de passar uns tractaments previs de purificació i potabilització.

La qualitat de l'aigua es pot mesurar a través d'un conjunt de tècniques i procediments, aquesta mesura es pot realitzar en rius, llacs, mar o per a qualsevol volum d'aigua. Hi ha diferents anàlisis segons els paràmetres que es vulguin estudiar.

- Anàlisi física: estudia paràmetres com la terbolesa, el color, l'olor, el gust, la temperatura, la conductivitat i els sòlids que es troben en l'aigua.
- Anàlisi química: estudia paràmetres com el pH, la duresa, l'alcalinitat, la demanda biològica i química d'oxigen i l'oxigen dissolt que hi pot haver en una mostra d'aigua.
- Anàlisi biològica: és el conjunt d'operacions encaminades per a determinar els microorganisme presents en una mostra. Es poden distingir diferents agents biològics com ara virus, bacteries, fongs, llevats, àcars, ... Els que es troben en més abundància són la *Escherichia coli* (bactèria) i els coliforms (bacteries). (20)

Generalment, les tècniques d'anàlisi d'aigua es realitzen en laboratoris amb una sèrie d'equips i instruments més o menys sofisticats; malauradament no són a l'abast de tothom aquestes tècniques, es per això que s'han estudiat alternatives de baix cost per a mesurar els mateixos paràmetres i que puguin arribar a països en vies de desenvolupament per poder determinar si l'aigua obtinguda és de bona qualitat, i per tant, per a l'ús humà.

Seguidament, es diferencien les anàlisis segons els diferents paràmetres que s'estudien. A més, es detallaran tècniques d'anàlisi que es duen a terme al laboratori per tal de comparar-les amb les de baix cost.

3.2.1 Paràmetres físics

Terbolesa

La terbolesa és la presència de matèria col·loidal i matèria en suspensió que conté l'aigua, això provoca una major dificultat per transmetre la llum a través del medi. Generalment es tracta de partícules molt difícils de filtrar ja que la majoria no sedimenten.

Pot ser causada per l'erosió de la terra o per l'escorrentia urbana.

La terbolesa és un factor ambiental important en aigües naturals, afecta al seu ecosistema influint sobre l'activitat fotosintètica del medi ja que depèn de la quantitat de llum que penetri sobre aquesta.

És un obstacle per a l'eficàcia de tractaments de desinfecció, les partícules que es troben en suspensió poden ocasionar gustos i olors desagradables. En el cas de les aigües potables, és fonamental la seva transparència.

Existeixen diferents tècniques per determinar quantitativament la terbolesa d'una mostra, a continuació, es detallen diferents mètodes tant de laboratori com de baix cost.

Turbidímetre:

És un equip portàtil que compleix totes les exigències per mesurar la terbolesa in situ. El turbidímetre conté una font lluminosa LED infraroja, treballa amb una longitud d'ona de 850nm, inclosa en el rang de llum visible per a l'ésser humà.

Utilitza dos fotodíodes, col·locats a 90° 180° al feix de llum, això permet mesurar la quantitat de llum transmesa per alts i baixos rangs de terbolesa.

El rang de mesura d'aquest instrument oscil·la entre 0 i 1000 NTU (Unitat Nefelomètrica de Terbolesa).

El procediment que s'ha de seguir per mesurar la terbolesa amb aquest aparell és el següent:

1. Calibratge previ, s'ha de seguir les instruccions del fabricant. S'introdueix la cubeta amb aigua destil·lada sense terbolesa i s'espera uns minuts fins que s'estabilitzi.
2. Un cop s'ha realitzat el procés de calibratge, es procedeix a fer les lectures corresponents. Per fer-ho cal omplir la cubeta amb la mostra, prèviament netejada, i col·locar el tap per evitar que la mostra es contamineï o vessi. Evitar bombolles d'aire que puguin afectar a la lectura.
3. Esperar a obtenir el valor indicat a la pantalla del turbidímetre.

L'ús del turbidímetre no es considera una tècnica d'anàlisi de baix cost, adquirir un turbidímetre portàtil HI93703 té un preu de 700,00€. (Veure *Figura 3.15*) (Veure Annex I-A)



Figura 3.15 – Turbidímetre Hanna HI 93703 (Font: veure ref.(21))

Disc de Secchi:

L'ús del disc de Secchi és un mètode de baix cost, es tracta d'un senzill instrument de mesura que permet conèixer la transparència de l'aigua (paràmetre contrari a la turbidesa).

Aquesta tècnica d'anàlisi es pot fer de dues maneres, fent ús d'un disc de llautó o bé utilitzant unes calcomanies.

a) Disc de Secchi:

És un instrument estàndard per mesurar la visibilitat relativa o la fundària en que la llum traspasa l'aigua.

El disc de Secchi està fet de materials diversos, tant pot ser de plàstic com de fusta o bé d'algun material metàl·lic, té un diàmetre de 250 mm i un pes, aproximat de 1.7kg. És de color blanc i negre per crear el major contrast i està unit a un fil amb marques a diferents alçades. (Veure *Figura 3.16*)

Les instruccions d'ús d'aquest sistema són les següent:

1. Es subjecta la corda per la part central i s'introdueix a la massa d'aigua on es vol fer l'anàlisi (riu, llac, mar,...) i s'enfonsa fins arribar a no veure el disc.
2. S'anota la profunditat que s'ha enfonsat el disc i es fa mira a que equival el valor de fondària amb el de turbidesa.
3. Cal repetir el procediment dos cops més per obtenir uns resultats fiables.



Figura 3.16 – Disc de Secchi (Font: veure ref.(22))

El disc de Secchi té un preu aproximat de 25€, comparat amb el preu d'un turbidímetre és un mètode molt més econòmic tot i la seva menor precisió.

b) Calcomanies de Secchi:

Són papers adhesius amb el dibuix del disc de Secchi, s'utilitzen quan no es pot analitzar in situ i s'analitza la mostra al laboratori.

Les instruccions per a fer la prova de terbolesa són les següents:

1. Desenganxar el paper de la calcomania amb el dibuix de Secchi, seguidament s'enganxa a la base interior del envàs de plàstic blanc. És recomanable posar-la a un costat del centre.
2. Omplir l'envàs amb la mostra d'aigua.
3. Comparar l'aparença dins l'envàs amb les gràfiques de referència, i anotar el valor expressat en les unitats corresponents. (Veure *Figura 3.17*)

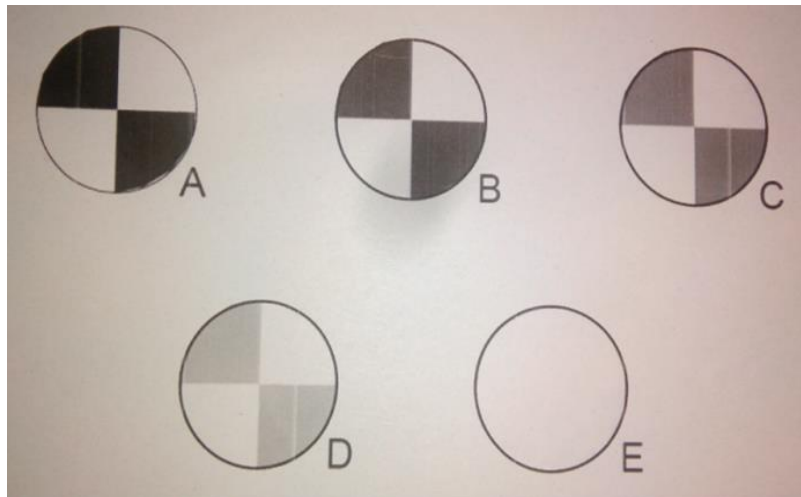


Figura 3.17 Transparència amb disc de Secchi (Font: pròpia)

On:

- A – Pocs efectes sobre plantes i animals aquàtics
- B – Menys llum, fotosíntesi més lenta
- C – Menys producció d'algues
- D – Producció més lenta d'insectes aquàtics
- E – Motiu d'estrès per alguns peixos (manca de producció d'aliments)

Les calcomanies de Secchi, són encara més econòmiques que el propi disc. El seu preu és inferior a 5€.

Color

El color és la capacitat d'absorció de certes radiacions de l'espectre visible que té una substància. Es considera l'aigua pura com una substància incolora. Que l'aigua adopti diferents tonalitats depenen de la presència dels diversos materials que la formen, afecta a la vida aquàtica, entorpint la visió dels peixos i l'activitat fotosintètica de les espècies que es troben al medi.

Podem diferenciar entre dos tipus de color:

- Vertader: és aquell que persisteix en l'aigua quan es filtra.
- Aparent: desapareix quan es duu a terme la filtració de l'aigua.

Les aigües naturals contenen diverses sals i substàncies dissoltes que els hi donen diferents tonalitats, depenent del color es relaciona amb un compost concret; per exemple:

- Color groguenc: degut a la presència d'àcids húmics.
- Color vermellenc: acostuma a indica la presència de compostos fèrrics.
- Color negrós: degut a la presència de magnesi.

Per a mesurar el color de l'aigua, es poden distingir en diferents mètodes:

- Mètodes espectrofotomètrics: el color es determina al mesura la quantitat de llum transmesa a través de la mesura amb un longitud d'ona determinada. Aquests mètodes no es consideren de baix cost, ja que els instruments necessaris per a realitzar els assajos no són econòmics.
- Mètodes visuals: una mostra d'aigua pot ser comparada visualment amb un sèrie de patrons estàndards. Són tècniques imprecises però de cost mínim.

Mètode espectrofotomètric (Espectrofotòmetre)

L'espectrofotòmetre és un instrument que permet mesurar la quantitat d'intensitat de llum absorbida després de passar a través d'una mostra.

Segons amb la longitud d'ona amb la que treballin es poden diferenciar en espectrofotòmetres UV-Vis (400-700nm) i d'infrarojos (700-15,000 nm).

L'estructura bàsica d'un espectrofotòmetre consisteix en una font de llum, un col·limador, un monocromador, un selector de longitud d'ona, una cubeta per a la solució de mostreig, un detector fotoelèctric i una pantalla digital o un mesurador. (Veure Figura 3.18)

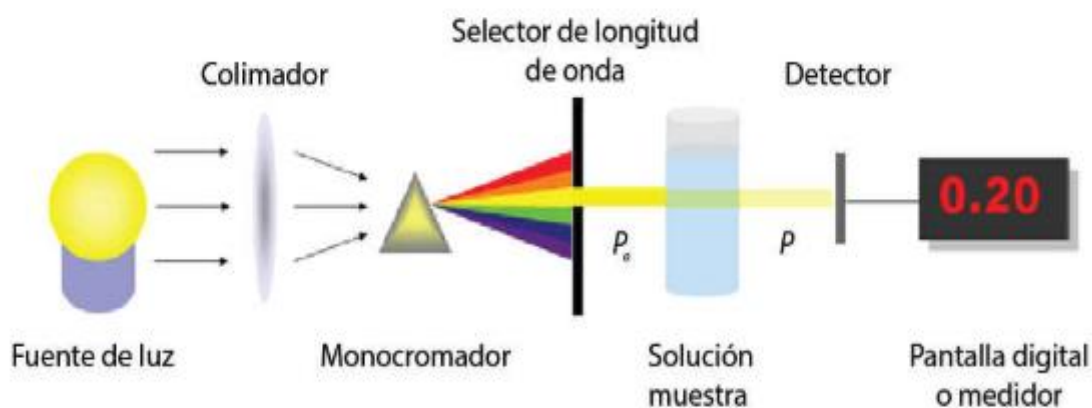


Figura 3.18 – Parts d'un espectrofotòmetre (Font: veure ref.(23))

Un espectrofotòmetre és un equip complex i té un preu elevat, en el cas de l'espectrofotòmetre Zuzi 4211/20 el seu preu aproximat és de 2.250€. (Veure Figura 3.19) (Veure Annex I-B)

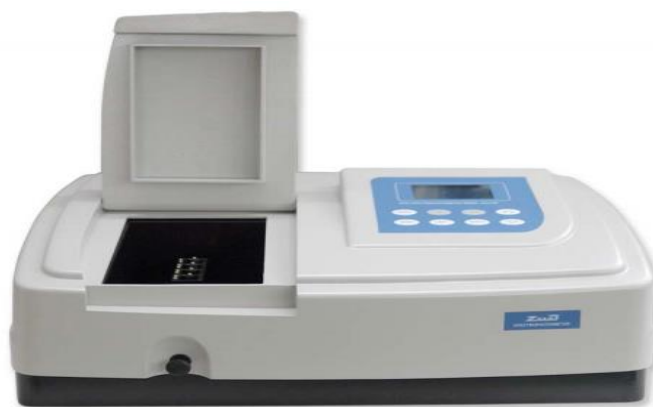


Figura 3.19 – Espectrofotòmetre Zuzi 4211/20 (Font: veure ref.(24))

Mètode espectrofotomètric (Colorímetre)

És un aparell de mesura que permet mesurar el color tant vertader com aparent d'una aigua. Les unitats tenen un rang d'entre 0 i 500 PCU (Unitats de Color Platí) o bé mg/L en l'escala Pt Co.

El funcionament es basa en el principi d'absorbància de les substàncies, és un mètode espectrofotomètric, per a substàncies amb una elevada concentració la seva lectura d'absorbància serà superior.

El procés que s'ha de seguir per prendre mesures amb un colorímetre és el següent:

1. Posar en marxa l'aparell i omplir una de les cubetes amb aigua desionitzada per tal de fer el blanc, és a dir la mostra de referència. Aquest primer pas es considera de calibratge de l'instrument.
2. Omplir la segona cubeta amb la mostra sense filtrar. Aquest es el color aparent de la solució.
3. Un cop realitzada la mesura del color aparent, es renten les cubetes i es torna a fer el blanc amb aigua desionitzada.
4. Es filtra la mostra d'aigua i s'omple la cubeta, i es torna a repetir el pas 2.

El preu del colorímetre *Checker Hanna HI727* té un preu aproximat de 75€. (Veure Figura 3.20) (Veure Annex I-C)



Figura 3.20 – Colorímetre Hanna HI 727 (Font: veure ref.(25))

Mètode visual:

No té cap cost econòmic ja que no es necessita cap instrument, és un mètode qualitatiu i subjectiu. És una tècnica senzilla que es basa en la comparació òptica entre la mostra i els patrons, sent el de referència una mostra d'aigua completament transparent.

Gust i olor

Igual que la determinació del color de l'aigua, el gust i la olor és una percepció que no constitueix una mesura, sinó una apreciació. Són determinacions subjectives, per les quals no existeixen instruments d'observació ni registre. Tenen un interès evident en les aigües potables destinades al consum humà.

L'aigua pura és considerada inodora i insípida, l'excés d'algunes substàncies poden donar-li diferents gustos i olors. (26)

- Olor d'origen químic: degut a la presència d'agents químics a la mostra
- Olor a terra o floridura: causat per la descomposició de matèria orgànica o la presència d'algues.
- Gust salat: a partir d'una concentració superior de 300 ppm de Cl^-
- Gust amarg: concentracions superiors o iguals a 450 ppm de SO_4^{2-}
- Gust picant: quan hi ha CO_2 lliure

Temperatura

La temperatura té una gran importància pel que fa a la qualitat de l'aigua a causa dels efectes sobre la solubilitat de l'oxigen i a conseqüència sobre les velocitats de difusió i reaccions químiques i bioquímiques. Produeix una disminució en la solubilitat dels gasos, i un augment en la dels sòlids dissolts.

La contaminació tèrmica és un problema greu que afecta a la vida aquàtica ja que accelera la putrefacció, per tant augmenta la DBO (demanda biològica d'oxigen) i disminueix l'oxigen dissolt.

Sonda de temperatura:

És un dispositiu que transmet la calor d'un emissor a un receptor mitjançant un senyal elèctric. Acostuma a estar format pel sensor, una protecció que l'envolta i que conté un material conductor de la temperatura per tal d'afavorir la transmissió i del cable que connectarà la sonda amb l'equip electrònic. (Veure *Figura 3.21*)

La sonda de temperatura *Hanna HI766* té un preu aproximat de 100€, les seves característiques queden resumides en la seva fitxa tècnica. (Veure Annex I-D)



Figura 3.21 – Sonda de temperatura Hanna HI766 (Font: veure ref.(27))

Termòmetre:

És l'aparell de mesura per quantificar el valor del paràmetre, és un instrument de baix cost ja que és de fàcil adquisició.

El procediment de prova de temperatura és el següent:

1. Submergir el termòmetre dins de la mostra, aproximadament a uns 10 centímetres per sota la superfície. Cal espera uns minuts per tal de que s'estabilitzi el valor.
2. Treure el termòmetre de l'aigua i anotar els graus centígrads.
3. Repetir el procediment en un altre punt per obtenir un valor mig.

El cost econòmic d'un termòmetre és, aproximadament, d'uns 15€. Es considera un instrument de baix cost. (Veure Figura 3.22)



Figura 3.22 – Termòmetre (Font: veure ref.(28))

Conductivitat

Conductivitat és la capacitat d'una dissolució de transmetre calor o electricitat. L'aigua pura es comporta com un aïllant elèctric, són les sals que es troben en ella que fan que adopti la capacitat de conduir el corrent. És per això, que la conductivitat és un paràmetre de mesura de la força iònica total d'una solució.

La conductivitat elèctrica de l'aigua és una magnitud proporcional amb la temperatura, és a dir, un augment de temperatura provoca un augment de la conductivitat elèctrica. S'ha estudiat aquest comportament, i per un augment d'un grau Celsius la conductivitat elèctrica augmenta un 2-3%.

La majoria d'instruments de mesura de conductivitat estan calibrats i normalitzats automàticament per a lectures a 25°C.

L'instrument que s'utilitza per la determinació d'aquest paràmetre és una sonda de conductivitat, hi ha mètodes indirectes de baix cost que proporcionen una estimació d'aquesta conductivitat.

Conductímetre:

El conductímetre és un instrument compacte amb un sensor de temperatura integrat, garanteix una major precisió.

Mesura la conductivitat elèctrica dels ions que es troben en una solució. (Veure Figura 3.23)

El seu fonament de mesura elèctrica de la resistència de pas de l'electricitat. Es compara amb el valor d'una solució de ClK a la mateixa temperatura i referida a 20°C.

Les unitats de mesura són Siemens per cm (S/cm).

El procediment per utilitzar el conductímetre és el següent:

1. Calibratge previ, és necessari per tal d'obtenir lectures fiables i exactes. Per fer-ho, es segueixen les instruccions del fabricant i es prenen mostres de les solucions patrons.
 - a. Calibratge conductivitat: és fa a partir d'una solució Standard 100% de clorur de sodi (NaCl). Un cop s'ha netejat la sonda amb aigua desionitzada es submergeix dins la solució patró i es registra en el conductímetre el valor de referència.
 - b. Calibratge de temperatura: es submergeix la sonda en un bany a 0 °C, es registra aquest valor i es repeteix el procediment per a un bany a 25 °C.
2. Un cop s'ha calibrat es passa a fer la mesura de les mostres, per fer-ho es submergeix tot l'elèctrode en el líquid. Es necessita moure l'aparell per permetre la sortida de l'aire que hi pugui haver dins l'elèctrode.
3. Esperar a que s'estabilitzi la lectura i anotar el valor resultant.

El preu del conductímetre *Hanna HI9033* és de 520€, les seves característiques es troben a la fitxa del producte. (Veure Annex I-E)



Figura 3.23 – Conductímetre Hanna HI9033 (Font: veure ref.(29))

Tires reactives:

Existeixen tires reactives per a determinar la quantitat de sals que hi ha en una aigua, és un mètode indirecte, no et proporcionen el valor real de la conductivitat. Es pot fer una comparació amb diverses mostres, com més alta sigui la concentració de sals, major serà la seva conductivitat.

És el cas de les tires reactives *AquaChek*, un test de sals que determina la concentració de clorur de sodi. Et proporciona una taula de referència on relaciona la mesura que es llegeix a la tira amb la concentració en ppm.

El cost de les tires reactives *AquaCheck* és de 11.95€.



Figura 3.24 – Tires reactives AquaChek (Font: pròpia)

Sòlids

Els sòlids presents en l'aigua es classifiquen segons la seva mida: dissolts (menors d'un micròmetre) i en suspensió (superiors d'un micròmetre). És poden classificar en:

- Sòlids totals (ST): residu que deixa l'aigua en escalfar-la fins a 105°C
- Sòlids sedimentables
- Sòlids no sedimentables

Tant els sedimentables com els no sedimentables, depenen d'un test de sedimentació.

Segons el comportament de la matèria després d'una filtració, distingim entre:

- Sòlids en suspensió (SS): queden retinguts en el filtre
- Sòlids dissolts (SD): no queden retinguts en el filtre

També diferenciem en dos, els sòlids depenent de la seva composició:

- Sòlids fixes (SF): són el residu a 550°C. Fan referència a matèria inorgànica.
- Sòlids volàtils (SV): és la pèrdua de pes que hi ha a 550°C. Fan referència a la matèria orgànica.

Es pot veure en la *Figura 3.15* el resum de la classificació de sòlids d'una aigua.

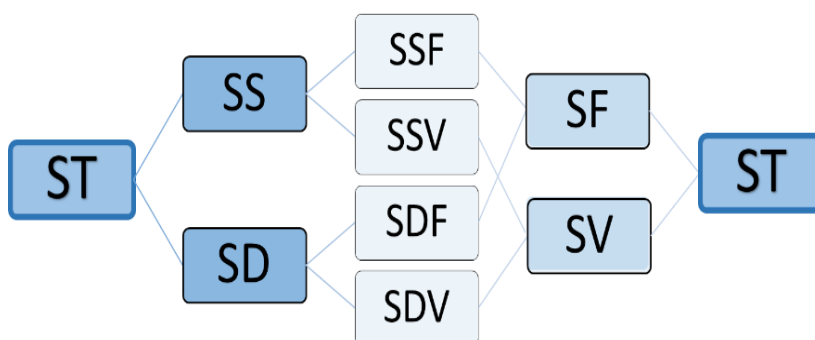


Figura 3.25 - Classificació dels sòlids en una aigua(Font: pròpia)

A continuació es descriuen les tècniques per determinar els diferents tipus de sòlids:

Sòlids Totals:

Els sòlids totals no es poden determinar directament amb cap instrument de mesura, per fer-ho s'ha de seguir el següent procediment:

1. Pesar la càpsula d'evaporació.
2. Transferir una alíquota a la càpsula d'evaporació i escalfar-la fins a 105 °C.
3. Deixar refredar en el dessecador la càpsula, i pesar-la.

Els càlculs s'obtenen aplicant la següent formula:

$$Residu\ total\ (\frac{mg}{L}) = \frac{P_1 - P_2}{V}$$

On:

P1: Pes del residu més càpsula (mg)

P2: Pes de la càpsula (mg)

V: Volum mostra (L)

Sòlids sedimentables:

La determinació es basa en el mètode del con Imhoff, el procediment és el següent:

1. Omplir el con de Imhoff fins la marca (pot ser de 1000, 500 o 250 ml).
2. Deixar sedimentar durant 45 minuts.
3. Registrar el volum de sòlids sedimentables mesurant la graduació del con (mg/L)

La forma estàndard de determinar els sòlids en suspensió és, com s'ha mencionat anteriorment, una seqüència d'operacions físiques de filtració, assecat i pesada del residu; procés que requereix una llarg període de temps. Un mètode indirecte per estimar la quantitat de sòlids en suspensió és la terbolesa, ja sigui mitjançant un turbidímetre o altres tècniques com el disc de Secchi. (30)

3.2.2 Paràmetres químics

pH

És la mesura de concentració d'ions d'hidroni (H_3O^+) en l'aigua. Ens determina la naturalesa àcida o bàsica de la solució.

Es defineix com:

$$pH = \log\left(\frac{1}{[H_3O^+]}\right)$$

L'escala d pH compren des del 0 (medi molt àcid) fins al 14 (medi molt bàsic), el 7 representa el valor neutral. (Veure *Figura 3.26*)



Figura 3.26 – Escala de pH (Font: veure ref.(31))

El pH natural de l'aigua usualment es troba entre 6.5 i 8.2.

La mesura i control del pH és fonamental, és una propietat bàsica que afecta a les reaccions químiques i biològiques que es duen a terme a l'aigua. Si una aigua assoleix valors extrems pot provocar problemes greus en la vida aquàtica i alteracions en la flora i la fauna.

Hi ha diferents mètodes per determinar aquest paràmetre, a continuació uns exemples.

Sonda de pH / pHmetre:

Una sonda de pH determina l'acidesa o la basicitat d'un medi, la descripció física d'aquest instrument és la següent; un pHmetre és un sistema que està format per dos elèctrodes, el de pH i el de referència.

La part de l'elèctrode de pH està constituïda per una membrana de vidre amb un tub de vidre inert que conté l'electròlit (KCl+AgCl). A l'interior del tub es troba un fil conductor de plata recobert de clorur de plata (AgCl), per conduir el senyal elèctric. (32)

La zona del elèctrode de referència està constituït per un tub de vidre que forma la carcassa de la sonda. Al seu interior es troba l'elèctrode de pH i una esfera de vidre. Igual que en l'altre elèctrode, al seu interior, es troba un altre tub de menor diàmetre amb un fil conductor de plata, aquest és l'encarregat de portar el senyal de referència.

Tant el tub que porta el fil conductor de referència com el de pH, s'uneixen a una junta de ceràmica les qual actuen com a conductors líquids del senyal elèctric, i es posa en contacte amb el clorur de potassi (l'electròlit).

El funcionament intern d'una sonda de pH es basa en una diferència de tensió que proporciona un voltatge igual a zero a la sortida quan el pH és 7.

El procediment que cal seguir per a utilitzar una sonda de pH és el següent:

1. Calibratge de la sonda: seguint les instruccions del fabricant, cal calibrar la sonda per tal d'obtenir un resultat precís i correcte. Per fer-ho s'utilitzen solucions estàndard de pH coneguts.
2. S'introdueix la sonda a l'interior de la mostra, cal esperar uns minuts a que el valor s'estabilitzi i poder considerar-lo vàlid.

En el cas del pHmetre de penetració amb elèctrode de vidre *Crison pH-metre PH25+*, té un preu de 270,00€. (Veure Annex I- F)



Figura 3.27 – pHmetre Crison (Font: pròpia)

Tires reactives de pH

S'utilitzen tires reactives com a tècnica de baix cost per a la determinació del pH d'una dissolució, permet agilitzar la lectura i la obtenció de resultats és ràpida. No obstant això, els resultats que s'obtenen són menys precisos que amb un instrument de mesura electrònica com ara pot ser un sonda de pH.

El procediment que cal seguir per a duu a terme una prova de pH amb tires reactives és el següent:

1. Submergir la tira dins la mostra d'aigua i mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar uns 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència que proporciona el mateix kit de tires reactives.

El preu del kit de 50 tires reactives *Kokido®* és de 6.90€.



Figura 3.28 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Duresa

La duresa és un altre indicatiu del contingut iònic que hi ha a l'aigua, ja que inclou la concentració total d'ions de calci i magnesi, principalment.

Es pot classificar en:

- Duresa temporal: s'elimina amb un procés d'ebullició. (Calci i magnesi en forma de carbonats i bicarbonats)
- Duresa permanent: no s'elimina bullint. (Sulfats i nitrats)

Segons la quantitat iònica que hi ha en l'aigua es pot classificar de la següent forma:

Taula 3.1 Classificació d'aigua segons la concentració d'ions (Font: pròpia)

Tipus d'aigua	Concentració (Ca + Mg) (mg/L)
Molt blana	0-70
Blana	70-150
Lleugerament dura	150-250
Moderadament dura	250-320
Dura	320-420
Molt dura	>420

Tester Digital de Duresa:

Es tracta d'un equip portàtil que realitza mesures precises d'una manera ràpida i senzilla de la duresa de l'aigua.

El seu funcionament s'adapta als mètodes estàndard de laboratori, el seu principi bàsic és el mètode colorimètric de l'EDTA (àcid etilendiaminotetracètic) i el de calmagita. Ambdós mètodes es basen en les reaccions que es produeixen entre el magnesi i el calci, respectivament, amb els reactius causant un color vermellós en la mostra. Depenent de la intensitat d'aquest color l'aparell compara amb la mostra de referència i permet determinar la concentració d'aquests ions. (33)

A continuació, es detalla el procediment que s'ha de seguir per utilitzar un tester digital de duresa HI720, es pot veure més detalladament al *Manual d'ús*. (Veure Annex I-G)

Per fer ús d'aquest aparell cal seguir els passos que es descriuen a continuació:

1. Prendre una mostra de 50ml i afegir els dos reactius *HI 720A-0* i *HI 720B-0*.
2. Agitar la mostra i omplir dues cubetes amb aquesta solució. Seguidament afegir el tercer reactiu (*HI 720C-0*) només a una de les cubetes, aquesta serà el blanc és a dir la mostra que utilitzarà l'aparell com a referència.
3. Agitar les mostres i col·locar el blanc en l'aparell. Un cop s'ha fet el blanc ja es pot fer la mesura de l'altra cubeta.
4. L'equip mostrarà directament la concentració en mg/l de duresa càlcica, com CaCO_3 . Per convertir el resultat en mg/L de calci cal multiplicar per 0.4.

El tester de Duresa *Hanna HI720* es pot assolir per un preu aproximat de 190€.



Figura 3.29 – Tester de Duresa *Hanna HI720* (Font: veure ref.(34))

Kit duresa d'aigua

El kit de tires reactives *Johnson*® permet comprovar la duresa de l'aigua de forma ràpida i fiable. Conté 50 unitats i té un rang de mesura (de 0 a 500 ppm), inclou una taula de referència on es compara visualment el color de la tira amb la taula i et permet determinar la concentració de la mostra.

El seu ús és simple, els passos a seguir són els següents:

1. Agafar en un vas de precipitats una mostra de 50ml d'aigua.
2. Introduir la tira dins la mostra durant 5 segons.
3. Treure la tira de l'aigua i esperar 20 segons. Seguidament es compara amb la taula de referència per conèixer la duresa de la mostra.

Johnson® és un kit amb un preu aproximat de 9.00 €.



Figura 3.30 – Tires reactives Johnson® (Font: pròpia)

Detergent

L'ús de detergent és un mètode senzill per determinar, de forma qualitativa, la duresa de l'aigua. Es posa en contacte una mostra d'aigua amb un detergent neutre i s'agita vigorosament si es tracta d'una aigua molt blana a l'agitar la mostra generarà molt sabó; al contrari, si és una mostra d'aigua molt dura generarà molt poca escuma.



Figura 3.31 – Exemple d'aigua blana(esquerra) i aigua dura (dreta) (Font: veure ref.(35))

Alcalinitat

L'alcalinitat en l'aigua, generalment és deguda a la presència d'ions carbonat (CO_3^{2-}) i bicarbonats (HCO_3^-).

Per determinar l'alcalinitat es fa a partir d'una volumetria aplicant el principi de neutralització, consisteix en utilitzar un àcid fort com per exemple àcid clorhídric (HCl), qui té la funció d'aportar els protons necessaris per a la titulació. És necessari utilitzar indicatius per medi de canvi de color com els indicadors àcid-base adequats, com per exemple, l'ús de fenolftaleïna. (36)

Tester digital Alcalinitat de l'aigua dolça:

Els equips portàtils d'alcalinitat es basen en la comparació entre la mostra i el blanc, aquest es realitza a partir de la mostra que es vol analitzar. Es detalla, a continuació, el procediment que s'ha de seguir per mesurar l'alcalinitat amb el test digital *HI 775* quin té un rang de mesura d'entre 0 i 500 ppm.

1. Omplir una cubeta de 10 ml amb la mostra a analitzar i introduir-la al test, aquesta s'utilitzarà com a blanc.
2. Omplir una segona cubeta amb 10 ml de la mostra i afegir el reactiu d'alcalinitat que proporciona el kit del tester digital. S'agita i s'introdueix al portacubetes.
3. L'equip mostra directament la concentració d'alcalinitat en ppm de CaCO_3 .

Es pot adquirir el test digital *Hanna HI 775* per 150€ aproximadament. (Veure Annex I-H)



Figura 3.32 – Test digital d'alcalinitat Hanna HI 775 (Font: veure ref.(37))

Kit determinació Alcalinitat

Existeixen kits de tires reactives per a la determinació de l'alcalinitat, és un mètode econòmic, ràpid i eficient per a quantificar la concentració de carbonats i bicarbonats.

El kit de tires reactives *Kokido®* a més a més de determinar el pH també proporciona la alcalinitat de l'aigua.

El procediment que s'ha de seguir per a la determinació d'aquest paràmetre és idèntic amb el de pH.

1. Submergir la tira dins la mostra d'aigua i mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar uns 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència que proporciona el mateix kit de tires reactives.

Aquest kit té un preu de 6.90€.



Figura 3.33 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Oxigen dissolt (O₂):

L'oxigen és vital per als organismes que es troben en l'aigua. Sense oxigen l'aigua es torna tòxica degut a l'efecte anaeròbic de la matèria orgànica. És per això un paràmetre molt important per controlar la qualitat de l'aigua. Per tal de que hi hagi vida aquàtica cal que l'oxigen dissolt sigui superior a 2ppm.

La solubilitat de gasos en l'aigua depèn, principalment, de la temperatura i la pressió. Com més temperatura, menys solubilitat dels gasos en l'aigua.

La solubilitat de l'oxigen en aigües dolces oscil·la entre 15m/L a 0°C i 8mg/L a 25°C.

L'oxigen dissolt es pot mesurar mitjançant un mètode electromètric basat en la difusió de l'oxigen molecular a través d'una membrana permeable a l'oxigen que actua com a barrera de difusió contra les impureses que interfereixen en la determinació d'aquest paràmetre.

La difusió de l'oxigen és proporcional a la concentració d'OD.

Sonda d'oxigen dissolt / Oxímetre:

És un instrument portàtil, còmode, precís i d'una utilització senzilla. Aquest sensor està format per una sonda recoberta per una membrana.

Per utilitzar un sensor d'oxigen dissolt cal seguir tres passos:

1. Preparació de la sonda: cal treure el tap protector de la sonda i omplir la membrana amb la solució de calibració (pot ser aigua o una solució, depenent del fabricant)
2. Introduir la sonda dins l'alíquota d'aigua i esperar fins que el valor que es mostra en la pantalla de la sonda s'estabilitzi.

La sonda d'oxigen dissolt *Hanna HI98193* té un preu al voltant de 770€. (Veure Annex I – I)



Figura 3.34 – Oxímetre (Font: pròpia)

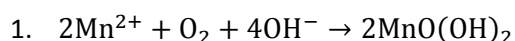
Kit mesura d'oxigen dissolt:

El Test Kit d'Oxigen Dissolt de *Hanna HI 3812* pot determinar la concentració d'oxigen dissolt en aigua de manera ràpida i fàcil. El kit és portàtil, és per això que pot ser utilitzat tant al laboratori com al camp. (38)

Aquest kit conté els següents reactius:

- Reactiu 1: Sulfat de magnesi
- Reactiu 2: Reactiu alcalí-àcid
- Reactiu 3: Àcid sulfúric
- Reactiu 4: Strarch indicator
- Reactiu 5 : Solució estàndard

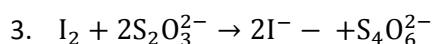
Aquests reactius desencadenen un seguit de reaccions:



Els ions de magnesi reaccionen amb l'oxigen presents en hidròxid de potassi i formen un precipitat d'òxid de magnesi.



Per prevenir que els ions de nitrit interfereixin en el test, s'utilitza un àcid. En aquest pas, l'òxid de magnesi oxida el iodur a iode.



Com la quantitat de iodur generat és equivalent a la quantitat d'oxigen de la mostra, la concentració de iodur es calcula valorant els ions de tiosulfat que redueixen el iode a iodur.

Les instruccions que s'han de seguir per utilitzar aquest kit són les següents:

1. Omplir completament l'ampolla amb la mostra i repetir tres cops aquest procés. Tapar l'ampolla amb compte per evitar les bombolles d'aire.
2. Extreure el tap i afegir 5 gotes del reactiu 1 i 2. Tapar l'ampolla i agitar amb força, deixar reposar durant un minut i es formarà un precipitat.
3. Extreure el tap i afegir 10 gotes del reactiu 3. Tancar i agitar amb força fins que les partícules de matèria es dissolguin.
4. Extreure 5ml de l'ampolla de vidre i omplir el pot de plàstic. Tancar amb la tapa de plàstic i afegir una gota del reactiu 4. Moure la solució en cercles. La solució adoptarà un color blau-violeta.
5. Agafar la xeringa i omplir-la del reactiu 5. Introduir l'extrem al forat de la tapa de plàstic i afegir la solució gota a gota, és fonamental anar movent la mostra en cercles fins que la solució del got passi de violeta a incolor.
6. Per determinar la concentració d'oxigen dissolt, cal multiplicar el valor en mil·lilitres de la solució afegida per 10.

El preu del kit *Hanna HI 3812* és de 35,00€. (Veure Annex I-J)



Figura 3.35 – Kit Oxigen Dissolt Hanna HI 3812 (Font: veure ref.(38))

Nitrats (NO_3^-):

La presència de nitrats prové de les dissolució de roques i minerals, de la descomposició de matèries vegetals i la descomposició fecal d'animals. També de la contaminació provinent del rentat de terres de llavor i l'ús de fertilitzants i pesticides.

Una alta concentració en nitrats indica una acumulació de matèria orgànica, la qual afecta a la qualitat de l'aigua i afavoreix la aparició de malalties. A més a més, l'alta concentració estimula la proliferació d'algues.

El manteniment d'una baixa concentració de nitrats millora la salut de peixos i animals invertebrats que viuen en medi aquàtic.

Elèctrode combinat de nitrat:

Són elèctrodes d'ió selectiu dissenyats per a la mesura d'ions de nitrat en solucions aquoses. Utilitzen un mòdul sensitiu reemplaçable que conté una membrana de polímers orgànics sensibles als ions de nitrat.

El funcionament dels elèctrodes és similar al d'un sensor o conductor iònic. És un aparell que conté dos elèctrodes, un d'ells el de referència (de Ag/AgCl) que conté l'electròlit de Cl⁻. També hi ha una membrana de PVC utilitzada al sensor que està impregnada amb el intercanviador d'ió orgànic. Es produeix un desequilibri de càrregues entre la solució de mostreig i la cel·la interna del sensor. Aquest voltatge canvia en resposta de l'activitat iònica de la mostra. Quan es fixa la força iònica de la mostra, el voltatge es proporcional a la concentració d'ions de nitrats en solució. (39)

Per a fer ús d'aquest equip cal seguir els següents passos:

1. Sostenir l'elèctrode armat per l'extrem del cable i agitar-ho (evitar mantenir contacte amb la membra sensitiva).
2. Preparar l'elèctrode de referència, omplint la reserva del electròlit amb la solució de referència.
3. Connectar els elèctrodes amb el sensor i assegurar les connexions.
4. Introduir els elèctrodes en la mostra d'aigua i visualitzar el resultat.

El preu ,en el cas dels elèctrodes de nitrats de Hanna HI 4113 – HI 4013 oscil·la entre 835-925€. (Veure Annex I- K)



Figura 3.36 Elèctrode de nitrat Hanna HI4113-HI4013 (Font: veure ref.(39))

Kit Test Nitrats

Existeixen kits que permeten la determinació de nitrats de manera ràpida i econòmica, com el cas del Kit de Nitrats API.

Aquest kit està format per:

- 1 tub d'assaig de 5ml
- Reactiu 1: Sulfanilamida
- Reactiu 2: N-(1-naftil)-etilendiamina diclorhidrat (NED) (40)
- Taula de colors de referència

Per a realitzar l'anàlisi de nitrats amb aquest kit cal seguir els següents passos:

1. Omplir el tub d'assaig de 5ml amb la mostra.
2. Afegir 10 gotes del reactiu 1, s'aconsella mantenir el comptagotes cap per avall en posició vertical per tal de que les gotes siguin uniformes.
3. Posar el tap sobre el tub d'assaig i moure diverses vegades per tal de barrejar la solució.
4. Agitar el reactiu 2 durant 30 segons.
5. Afegir 10 gotes del reactiu 2.
6. Posar el tap sobre el tub d'assaig i agitar durant 1 minut.
7. Esperar 5 minuts fins que s'assoleixi un color.
8. Comparar el color de la mostra amb la taula de referència

El preu d'aquest kit de nitrats *API* és de 18.20€.



Figura 3.37- Kit de nitrats *API* ® (Font: veure ref.(41))

Fosfats (PO_4^{3-}):

Els compostos de fòsfor són nutrients de les plantes i provoquen el creixement d'algues en aigües superficials.

La presència de fosfats en aigua provenen principalment de fertilitzants eliminats del sòl per l'aigua o el vent, excrecions humanes i d'animals, detergents i productes de neteja.

Una concentració excessiva de fosfats afavoreix la proliferació d'algues i plantes marines similars.

Espectrofotòmetre de fosfats:

Un mètode de determinació de fosfats és per fotometria. Per exemple l'espectrofotòmetre de fosfats *Hanna HI 96717* és un mesurador amb microprocessador d'auto diagnòstic portàtil que compta amb un sistema avançat òptic basat en una làmpada de tungstè especial i un filtre d'interferències de banda estreta que permet realitzar una lectura amb una exactitud i repetibilitat màxima.

El procediment que s'ha de seguir per determinar la quantitat de fosfats amb el fotòmetre és el següent:

1. Omplir la cubeta amb 10 ml de la mostra i tapar-la. Introduir-la al porta-cubetes del fotòmetre i fer el blanc.
2. Omplir una segona cubeta amb 10 ml de la mostra i afegir els reactius que proporciona el fabricant. Tapar la cubeta i agitar-la suaument durant 2 minuts. Introduir la cubeta en el fotòmetre.
3. L'equip proporciona directament la concentració de fosfats en ppm.

El preu de l'espectrofotòmetre de fosfats *Hanna HI 96717* és, aproximadament, 380.00€ (Veure Annex I- L)



Figura 3.38 – Espectrofotòmetre de fosfats Hanna HI 96717 (Font: veure ref.(42))

Kit Test Fosfats:

El Kit Test de Fosfats *API* proporciona els materials necessaris per a fer la mesura de fosfats d'una aigua de manera senzilla, ràpida i econòmica.

Aquest kit proporciona tots els materials necessaris per a la determinació de fosfats, a continuació es detallen tots ells:

1. Tub d'assaig de 5ml
2. Reactiu 1: Ortofosfat àcid potàssic
3. Reactiu 2 : metavanadat amònic (43)
4. Taula de colors de referència

Les seves instruccions d'ús són les següents:

1. Omplir el tub d'assaig de 5 ml amb la mostra que es vol analitzar,
2. Afegir 6 gotes del reactiu 1, tapar i agitar durant 5 segons.
3. Destapar el tub d'assaig i afegir 6 gotes del reactiu 2.
4. Tapar el tub i agitar durant 5 segons.
5. Esperar 3 segons fins que es desenvolupi el color de la mostra.
6. Comparar el color resultant amb la taula de colors de referència proporcionada pel fabricant.

El preu d'aquest kit de determinació de fosfats *API*® és de 18.20€.



Figura 3.39 – Kit de fòsfats API® (Font: veure ref.(44))

Clor lliure

El clor és un desinfectant d'aigua més comunament utilitzat en aplicacions de tractament d'aigua potable i residuals, esterilització de piscines i fins i tot processament d'aliments. El clor present en l'aigua es barreja amb les bacteries, el clor restant després d'aquests processos s'anomena clor residual i es pot distingir entre dos tipus:

- Clor residual lliure: la concentració de clor residual que existeix sota la mateixa forma d'àcid hipoclorós o ió hipoclorit
- Clor residual combinat: concentració de clor residual que existeix en combinació química amb amoni o altres compostos orgànics nitrogenats

Valoració

Un mètode per determinar la quantitat de clor residual lliure és realitzant una valoració amb N-N-dietil-p-fenilendiamina (DFD). Amb la manca de ions iodur, reacciona el clor lliure per oxidar el DFD quin adopta un color vermell i es valora amb una solució de sulfat ferrós amoniacal fins que el color vermell desapareix.

Aquest mètode és costós i requereix d'uns coneixements prèvis i un material de laboratori determinat.

El cost d'una anàlisi de clor lliure mitjançant una valoració pot ser, aproximadament, d'uns 200,00€

Kit Kokido®

Existeixen kits de tires reactives per a la determinació de la quantitat de clor lliure en una mostra, és un mètode econòmic, ràpid i eficient.

El procediment que s'ha de seguir per a la determinació d'aquest paràmetre és idèntic amb el de pH.

1. Submergir la tira dins la mostra d'aigua i mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar uns 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència que proporciona el mateix kit de tires reactives.

Aquest kit té un preu de 6.90€.



Figura 3.40 – Tires reactives Kokido® (Font: pròpia)

Demanda Biològica d'Oxigen (DBO)

La DBO és una mesura de la matèria orgànica biodegradable que conté una aigua. Es basa en mesurar la quantitat d'oxigen consumida biològicament per part dels microorganismes en l'oxidació de la matèria orgànica. (45)

Per determinar la DBO hi ha instruments que es basen en l'aparell de Warburg, que mesura amb un manòmetre la diferència de pressió que té lloc a l'interior d'una ampolla degut al consum d'oxigen que hi ha hagut per part dels microorganismes que degraden la matèria orgànica.

Ampolles amb tap OXITOP®

Es tracta d'una ampolla opaca que evita la penetració de la llum per tal d'eliminar possibles reaccions fotosintètics que mesura la càrrega de les aigües amb matèria biodegradable. Es pot treballar amb facilitat, és senzill i no està compostat per substàncies contaminants com el mercuri. Té un rang de mesura d'entre 0 – 4000 mg/L de DBO i conté una memòria de valors de 5 dies.

El procediment que es segueix per a determinar la DBO fent ús de l'ampolla amb tap OXITOP® és:

1. Determinar el volum necessari de la mostra, aquest valor es determina segons la *Taula 3.2*
2. Posar dues lleties de NaOH al contenidor de la sosa i introduir els imants.
3. Enroscar el tap a l'ampolla i assegurar que està ben tancat.
4. Pulsar els botons S i M del tap durant dos segons fins que surti 00.
5. Posar l'ampolla a l'incubador i connectar l'agitador.
6. El valor de DBO s'obté aplicant la següent fórmula:

$$DBO \left(\frac{mg}{L} \right) = \text{lectura del tap} \cdot \text{factor}$$

On:

Factor: és el valor que es troba a la *Taula 3.2*

Taula 3.2 - Determinació volum de la mostra i factor (Font: pròpia)

Rang mesura DBO	Volum mostra (mL)	Factor
0-40	432	1
40-80	365	2
80-200	250	5
200-400	164	10
400-800	97	20
800-2000	43.5	50
2000-4000	22.7	100

El preu aproximat d'una ampolla amb capçal OXITOP® és de 345,00€. (Veure Annex I – M)



Figura 3.41 – Ampolles Oxitop® (Font: veure ref.(46))

L'oxigen dissolt i la demanda biològica d'oxigen està estretament relacionat. En el cas de la DBO5 (Demanda Biològica d'Oxigen mesurada al cinquè dia) el resultat s'obté dividint el consum d'oxigen que hi ha hagut per la dilució de la mostra. Aquest consum ve donat pel consum de les bactèries de la solució per efecte de la degradació de la matèria orgànica biodegradable.

És per això que a partir de la quantitat d'oxigen dissolt d'una aigua podem tenir una orientació de la DBO de l'aigua, partint de la base que una aigua pura estarà pròxima a la saturació que sol oscil·lar entre 8 i 12 ppm.

Demanda Química d'Oxigen (DQO)

La DQO es defineix com la quantitat d'oxigen químic necessari per oxidar la matèria orgànica que conté l'aigua.

El valor de la DQO sempre serà superior al de la DBO degut a que moltes substàncies orgàniques poden oxidar-se químicament però no biològicament.

La relació entre aquests dos paràmetres ens dona una idea a nivell de contaminació d'aigües: si la relació DBO5/DQO és inferior a 0.2 pot ser degut a residus industrials, poc biodegradables. Si la relació és superior a 0.5, parlem de residus urbans. Aigües residuals que conté gran quantitat de matèria biodegradable. (45)

Dos dels mètodes més utilitzats per mesurar la demanda química d'oxigen són:

- Mètode de reflux obert.
- Mètode amb digestor

Mètode de reflux obert

Les substàncies oxidables presents a l'aigua s'oxiden a partir l'addició d'una quantitat coneguda de solució de dicromat de potassi ($K_2Cr_2O_7$) en excés mitjançant una solució àcida i en presència d'un catalitzador.

Després de la digestió (procés de dues hores de durada), el dicromat de potassi es valora amb sal de Möhr (sulfat de ferro (II) i amoni) i s'utilitza com a indicador del punt final el complex ferrós de la ortofenantrolina (ferroïna). (47)

És un mètode lent i tenint en compte tots els materials de laboratori i els productes químics, el seu cost total és d'aproximadament 300,00€.

Mètode amb digestor

L'avantatge principal d'utilitzar el digestor és que es pot efectuar més d'una mostra simultàniament.

Per a realitzar aquest mètode es necessita preparar dues solucions:

- Solució 1 : 6.6 g de sulfat de plata (Ag_2SO_4) en 1L d'àcid sulfúric (H_2SO_4)
- Solució 2 : 9 g de sulfat de mercuri ($HgSO_4$) en 300 mL de dicromat de potassi ($K_2Cr_2O_7$), més 105 mL de la solució 1 .

El procediment que s'ha de seguir per a realitzar aquest mètode és el següent:

- Es prepara un tub de digestió amb 3mL de la mostra a analitzar, un altre tub amb 4mL de solució 1 i un altre amb 2 mL de solució 2.

- Es fa un blanc amb aigua destil·lada i els patrons de hidrogenftalat de potassi de concentració de DQO coneguda.
- Un cop s'ha dut a terme la digestió a 148°C durant dues hores, es deixen refredar les mostres i es fan les lectures a l'espectrofotòmetre a 600 nm.

El preu de l'equip de digestió *Hanna 83224* és de 1780.00€. (Veure Annex I-N)

3.2.3 Paràmetres biològics

Escherichia coli

L'*Escherichia coli* és una bactèria coliforme fecal que es troba comunament en l'intestí humà i d'altres animals de sang calenta. Tot i que la majoria de les soques (població de microorganismes genèticament uniforme) són inofensives, n'hi ha algunes de patògenes que provoquen greus malalties de transmissió alimentària. La infecció per *E.coli* es transmet generalment pel consum d'aliments o aigua contaminats.

Els símptomes de la malaltia inclouen còlics i diarrea, que poden ser sanguinolenta. També pot causar febre i vòmits. La majoria dels pacients es recuperen en un període de 15 dies, tot i que aquesta infecció pot arribar a causar la mort sobretot en països en vies de desenvolupament.(48)

Els nivells d'*E.Coli* permesos pels diferents tipus d'aigua són els que es mostren a la *Figura 3.42*

Propósito	Nivel de <i>E. coli</i>
Agua Potable	Cero
Aguas Superficiales con Contacto Corporal Completo (natación)	235 ufc/100 mL
Aguas Superficiales con Contacto Corporal Parcial (pesca, paseo en embarcaciones, etc...)	575 ufc/100 mL
Aguas Residuales (riego o descarga)	< 2.2 ufc/100 mL < 1.0 ufc/100 mL

Figura 3.42 – Nivells permesos d'E.coli (Font: veure ref.(49))

Determinació al laboratori

Un mètode de determinació de l'activitat microbiana dels *Escherichia coli* és realitzar una anàlisi al laboratori. És un mètode complex que no està a l'abast de tothom ja que es necessiten uns equips sofisticats i uns coneixements previs.

Cal preparar els medis de cultiu a partir de les mostres per, posteriorment, poder fer una sembra amb el microorganisme i estudiar la seva velocitat de creixement.

Per duu a terme aquest mètode és necessari uns equips determinats:

1. Autoclau: per tal d'esterilitzar el materials amb els que s'ha de treballar. En el cas de l'autoclau *Quirumed* de 18 litres, té un preu de 2400,00€ aproximadament. (50)

2. Agitador orbital de sobretaula: utilitzat per agitar les mostres i proporcionar una major aeració. El model *MaxQ™* té un preu d'uns 7700€. (51)
3. Espectrofotòmetre: utilitzat per determinar la densitat òptica, paràmetre relacionat amb el creixement de microorganismes. El preu de l'espectrofotòmetre *Zuzi 4211/20* és d'aproximadament 2.250,00€ (24)

A continuació, la *Figura 3.43* mostra els tres equips explicats anteriorment.



Figura 3.43 – Equips per a determinar la presència de microorganisme (Font: pròpia)

El cost per adquirir només els equips de mesura mencionats anteriorment és d'aproximadament 12.350,00€.

Test de qualitat d'aigua d'*Escherichia coli*

Aquagenx CBT E.coli és un test de qualitat d'aigua que determina de manera senzilla i ràpida la presència d'*E.coli* en una aigua. És un kit portàtil que es pot utilitzar in-situ, això optimitza de manera notable l'ús d'aquesta tècnica en zones rurals o amb pocs recursos.

És un equip compacte, simple, no necessita d'electricitat ni laboratoris, permet obtenir resultats entre 24 i 48 hores (depenent de la temperatura, valor òptim de 25 graus Celsius).

El kit *Aquagenx CGT E.Coli* inclou: (Veure *Figura 3.44*)

- 10 bosses
- 10 *E.coli* tests
- 10 ampolles de plàstic per a mostres de 100 mL
- 30 tauletes de clor per desinfectar les mostres
- 1 clip per segellar les bosses



Figura 3.44 – Kit Aquagenx (Font: veure ref.(52))

El preu aproximat d'aquest kit és de 30,00€

A la taula següent (*Taula 3.3*) queda resumit els diferents mètodes que s'han explicat en aquest apartat i els diferents preus, per així comparar el costs entre les diferents tècniques d'anàlisi.

Taula 3.3 - Taula resum dels mètodes i costos (Font: pròpia)

Paràmetre	Mètode	Preu (€)	Estalvi	
Físics			€	%
Terbolesa	Turbidímetre	700,00	-	-
	Disc de Secchi	25,00	675,00	96.43
	Calcomanies de Secchi	5,00	695,00	99.29
Color	Espectrofotòmetre	2.250,00	-	-
	Colorímetre	75,00	2175,00	96.67
Gust i olor	Determinació Subjectiva	-	-	-
Temperatura	Sonda de temperatura	100,00	-	-
	Termòmetre	15,00	85,00	85.00
Conductivitat	Conductímetre	520,00	-	-
	Tires <i>AquaChek</i> ®	11,95	508,05	97.70
Químics				
pH	pHmetre	270,00	-	-
	Tires <i>Kokido</i>	6,90	263,10	97.44
Duresa	Tester Digital Duresa	190,00	-	-
	Kit <i>Johnson</i> ®	9,00	181,00	95.26
Alcalinitat	Tester Digital Alcalinitat	150,00	-	-
	Kit <i>Kokido</i> ®	6,90	143,10	95.40
Oxigen Dissolt	Oxímetre	770,00	-	-
	Kit Oxigen Dissolt	35,00	735,00	95.45
Nitrats	Elèctrode combinat de nitrat	835,00	-	-
	Kit de nitrats <i>API</i> ®	18,20	816,80	97.82
Fosfats	Espectrofotòmetre	380,00	-	-
	Kit de fosfats <i>API</i> ®	18,20	361,80	95.21
Clor	Valoració	200,00	-	-
	Kit <i>Kokido</i> ®	6,90	193,10	96.55
DBO	Ampolles OXITOP®	345,00	-	-
DQO	Reflux obert	300,00	-	-
	Amb digestor	1780,00	-	-
Biològics				
E.Coli	Determinació al laboratori	12.350,00	-	-
	Kit <i>Aquagenx</i>	30,00	12320,00	99.76

Per a realitzar una anàlisi d'una mostra es necessitaria una inversió aproximada de 17.110€ per adquirir tots els instruments de laboratori per determinar la seva qualitat. En canvi, utilitzant les tècniques de baix cost proporcionades en aquest estudi es necessitaria una inversió de 258€ aproximadament, això suposa un estalvi total de 98.49%.

3.3 Tractament de l'aigua

Al llarg d'aquest projecte s'ha mencionat la importància de la qualitat de l'aigua per tal de ser consumida i utilitzada. És fonamental buscar tècniques i mètodes per tal de que la població mundial pugui consumir aigua segura que no transmeti malalties, és per això que s'han de realitzar processos de tractament.

Durant molts segles, la filtració d'aigua solia ser l'únic mètode disponible per depurar l'aigua, amb el pas dels anys i el desenvolupament de coneixements i noves tecnologies s'ha aconseguit entendre que eren necessaris uns altres tractaments per garantir una aigua apta per al consum, aquella que ha estat potabilitzada.

A continuació es diferencien els dos processos, la filtració i la purificació o potabilització.

3.3.1 Filtració

El procés de filtració fa referència al procés mitjançant el qual se separa la matèria en suspensió d'un líquid.

Els filtres separen partícules en suspensió de l'aigua, treballen a nivell superficial. El medi filtrant pot tenir una mida de porositat diferent depenent de les partícules que es vulguin eliminar.

A nivell domèstic, hi ha una gran diversitat de filtres al mercat que treballen a petita escala, és a dir, tracten cabals d'aigua petits. A la majoria de països desenvolupats els filtres que podem trobar ja incorporen un procés de purificació que proporcionen directament aigua potable.

Tot i així en aquest apartat es detallaran filtres casolans i de baix cost que només tenen la funció de filtració.

Aquesta aigua filtrada pot utilitzar-se per realitzar algunes activitats domèstiques com rentar plats, roba,... Però no és apta per al consum humà, atès que cal sotmetre-la a un procés de desinfecció.

Filtre de ceràmica

Es tracta d'un dispositiu que permet filtrar aigua superficial a través de material porós. Són filtres portàtils de petita capacitat que poden instal·lar-se en usos domèstics o bé poden ser aparells portàtils que permetin filtrar l'aigua on es necessita.

Aquest sistema és recomanat per diverses ONG i proporcionat a diversos països africans com Benín i Togo.

És un dispositiu senzill, compacte, robust eficaç i fàcil de mantenir.

Els principals interessats en aquest tipus de filtre són les poblacions situades en les proximitats de rius o punts d'aigua.

Els filtres de ceràmica es solen presentar com a cartutxos filtrants en forma de sonda, que es col·loquen verticalment en recipients de plàstic. L'aigua es tracta passant-la de l'exterior a l'interior del cartutx i una vegada tractada es recull en la part inferior (Veure *Figura 3.43*)

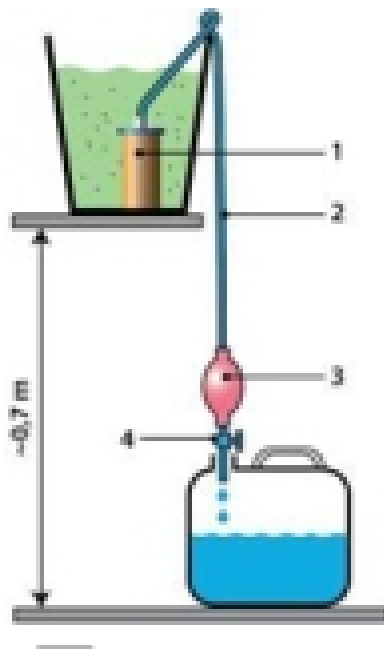


Figura 3.45 – Filtre de ceràmica (Font: veure ref.(53))

On:

1. Filtre de ceràmica
2. Tub de sífó
3. Pera de cautxú
4. Vàlvula i aixeta

L'ús de la pera de cautxú serveix per crear el buit, d'aquesta manera bombeja l'aigua al recipient.

El procediment que segueix el filtre de ceràmica es basa en la microfiltració, la mida de porus per on es filtra és d'entre 0.1 i 0.2 micres. És una barrera que reté totes les impureses en suspensió, així com el 98% de bacteries i paràsits que hi puguin haver.

Utilitzant aquests filtres no es garanteix l'eliminació de la totalitat de virus però es permet consumir l'aigua amb certes garanties.

Si es tracta d'aigua molt tèrbola, les membranes ceràmiques es saturaran provocant una disminució en el cabal de filtrat, per això cal seguir periòdicament un manteniment. El manteniment d'aquests filtres és simple, només cal netejar-los amb l'ajuda d'un raspall acompanyada d'una lleugera desinfecció amb lleixiu.

Les membranes de ceràmica tenen una llarga vida, no s'alteren amb el temps i ofereixen un alt nivell de seguretat si es renten amb regularitat.

UNICEF (United Nations Children's Fund/ Fons de las Naciones Unidas per a la Infantesa) i ACRA (Associació Catalana de Recursos Assistencials) tenen un programa sobre els filtres de ceràmica per tracta l'aigua en l'àmbit familiar en la comunitat de Nicaragua, aquests filtres garanteixen l'eliminació de més del 98% de paràsits, bacteries i terbolesa de l'aigua.

Aquest sistema és encara més senzill que el que s'ha explicat anteriorment (*Figura 3.46*). Es tracta d'una olla de ceràmica feta de fang, serradures i impregnada amb plata col·loïdal quina té la funció és imprescindible per arribar a assolir un 100% de remoció total, és a dir, per eliminar totes les fraccions de coliformes fecals i totals que hi puguin haver. El filtre de ceràmica es introduït dins un recipient de plàstic amb tapa i una aixeta, que permet consum l'aigua filtrada de manera còmode i segura. (54)



Figura 3.46 – Filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

L'ús d'aquest filtre és molt senzill, a continuació es detallen els passos que cal seguir.

1. Es col·loca el filtre de ceràmica dins el recipient de plàstic i es tapa amb una tela de cotó que farà la funció de colador. (Veure *Figura 3.47*) Afegir l'aigua que es vol filtrar i esperar a que travessi la tela.



Figura 3.47 – Procés de filtració de l'aigua amb filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

2. Un cop s'ha fet passar l'aigua per la tela de cotó, es retira i es tapa el recipient de plàstic.



Figura 3.48 – Tapa del filtre de ceràmica UNICEF (Font: veure ref.(55))

3. Cal esperar que l'aigua passi pel filtre de ceràmica i ja es podrà consumir fent ús de l'aixeta que es troba a la part inferior del recipient de plàstic.



Figura 3.49 – Procés intern de filtració i aixeta dispensadora d'aigua (Font: veure ref.(55))

Filtre lent de sorra:

Aquest filtre utilitza l'acció mecànica del pas de l'aigua per diferents capes de material per eliminar els elements que enterboleixen l'aigua.

A continuació es detallen els materials necessaris per fer un filtre lent de sorra.

- Recipient o barril de plàstic
- Grava
- Sorra fina
- Pedres petites
- Pedres mitjanes
- Carbó vegetal o actiu*

* L'ús de carbó actiu redueix la carga bacteriològica de patògens que poden ser nocius per la salut.

El procediment que s'ha de seguir per a la preparació d'aquest filtre és el següent:

1. Netejar l'interior del recipient i si s'escau fer un forat de 2 o 3 cm de diàmetre en la part inferior del tanc per tal de fer la sortida de l'aigua filtrada.
2. Seguidament s'omple el recipient amb capes homogènies dels diferents materials, és molt important l'ús de carbó per un filtrat complet de l'aigua. L'ideal és fer ús de carbó actiu, és molt més porós i augmenta el procés d'adsorció a l'interior del filtre.

Si el recipient és d'un metre d'alçada, s'aniran afegint les diferents capes (de baix a dalt) amb els diferents materials de la següent forma:

- a. 25 cm de pedres mitjanes
- b. 12 cm pedres petites de 64 mm aproximadament
- c. 3 cm de grava d'entre 2 i 64 mm
- d. 3 cm de carbó actiu/vegetal
- e. 2 cm de grava d'entre 2 i 64 mm
- f. 6 cm de sorra fina (si es de platja rentar-la bé per eliminar tota la sal)
- g. 6 cm de grava
- h. 12cm de pedres petites

El funcionament del filtre és simple, l'aigua entra per la part superior del recipient i passa per les diferents capes de materials. L'aigua filtrada surt per la part inferior del tanc.

El manteniment que s'ha de seguir amb aquest filtre és periòdicament desarmar els elements que el formen, netejar les pedres, graves i sorra i reemplaçar el carbó.

Aquests filtres poden adoptar diferents mides depenent a les necessitats. L'anterior era un filtre d'un metre d'alçada, a continuació, es detallen els materials i el procediment que s'ha de seguir per aquest mateix filtre de sorra però utilitzant una ampolla de plàstic.

Filtre de sorra amb una ampolla de plàstic

Aquesta informació s'extreu d'un projecte de sostenibilitat de l'empresa Acciona, a continuació es detallen els materials necessaris per a fabricar aquest filtre de sorra casolà.

- Tisores
- Ampolla de plàstic
- Cotó
- Cendres
- Gasses
- Sorra
- Carbó vegetal
- Pedres grans

El procediment que es segueix per a la preparació és el següent:

1. Talla la base de l'ampolla de plàstic



Figura 3.50 – Tall de la base del filtre (Font: veure ref.(56))

2. Col·locar una capa de cotó i posteriorment una capa uniforme de pedres

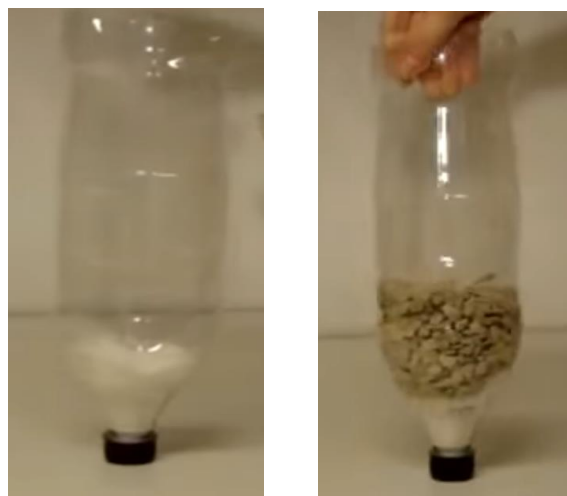


Figura 3.51 – Omplir amb cotó i pedres la base del filtre (Font: veure ref.(56))

3. Col·locar una gruixuda capa de cendres i una altra de sorra fina



Figura 3.52 – Omplir amb cendres i sorra fina el filtre (Font: veure ref.(56))

4. Omplir amb una fina capa de carbó vegetal



Figura 3.53 – Capa de carbó vegetal (Font: veure ref.(56))

5. Cobrir la capa de carbó vegetal amb gasses



Figura 3.54 – Part superior recoberta amb gasses (Font: veure ref.(56))

El procediment que s'ha de seguir per utilitzar aquest filtre és el mateix que es segueix per al filtre de sorra d'un metre. S'introdueix l'aigua per la part superior de l'ampolla i s'espera que es vagi filtrant a través de les diferents capes. (Veure *Figura 3.55*)

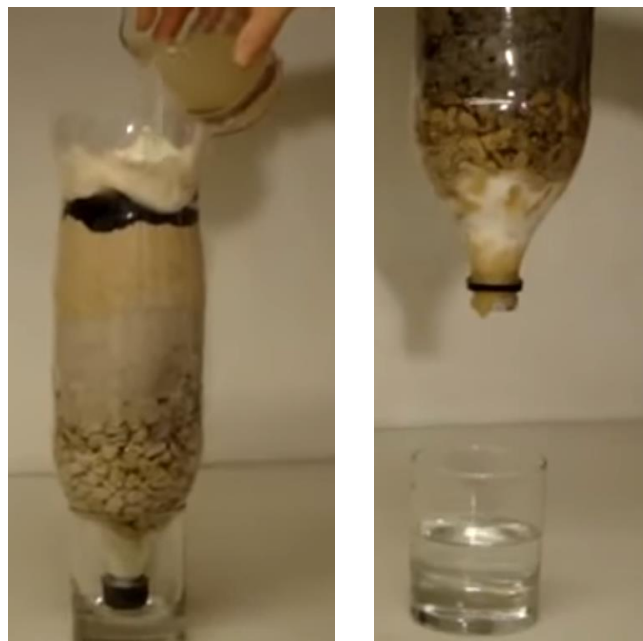


Figura 3.55 – Procés de filtració d'aigua amb filtre de sorra (Font: veure ref (56))

Com es pot observar en la figura anterior, hi ha una clara diferencia entre l'aspecte de la mostra d'aigua que s'introdueix en la imatge de l'esquerra amb l'aigua filtrada, que s'observa en la imatge de la dreta. L'aigua entra tèrbola i a mida que passa per les diferents capes es va convertint en una aigua més clara.

S'ha obtingut una aigua filtrada però no és potable.

Filtre de tela

L'aigua es pot filtrar amb facilitat amb ajuda de teles, fer-ho permet eliminar les principals impureses sòlides de l'aigua. Així com rentar-les d'insectes i plantes que puguin tenir. La tela utilitzada és preferible que sigui de composició 100% de cotó i de gruix suficient per retenir les impureses. Com més gruix sigui més trigarà la tela en filtrar l'aigua.



Figura 3.56 – Filtre de tela (Font: veure ref.(57))

AVANTAGES:

- Mètode d'aplicació senzilla
- Cost mínim

INCONVENIENT

- Mètode de filtració lent
- Les teles han de ser netejades cada cop que es duu a terme un procés de filtració

Seguidament es mostra una tècnica de decantació de baix cost, que també serveix per a eliminar les impureses sòlides que es puguin trobar en una aigua.

Mètode dels tres recipients

No és cap filtre però compleix la mateixa funció, permet separar les principals impureses sòlides de l'aigua.

Aquest mètode consisteix en fer passar una mostra d'aigua per tres recipients, el procediment que es segueix és el següent: (Veure Figura 3.57)

0. Sempre s'ha de consumir l'aigua del tercer recipient. Aquesta aigua 'ha emmagatzemat durant, al menys, dos dies i la seva qualitat ha millorat.
1. S'introdueix la mostra en el primer recipient i es deixa decantar
2. Un cop les partícules sòlides de l'aigua han decantat es traspassa la mostra del recipient 1 al recipient 2. Es segueix el mateix procediment anterior, es deixa reposar la mostra per tal de que les partícules sòlides en suspensió que no s'hagin quedat en el recipient 1 decantin en aquest segon
3. Per últim es trasllada l'aigua del segon recipient al tercer, i l'aigua és transparent.

El recipient número 4 que es veure en la *Figura 3.57* ens indica la reutilització del mètode, tot i que prèviament s'ha de netejar els recipients un cop s'han fet ús.

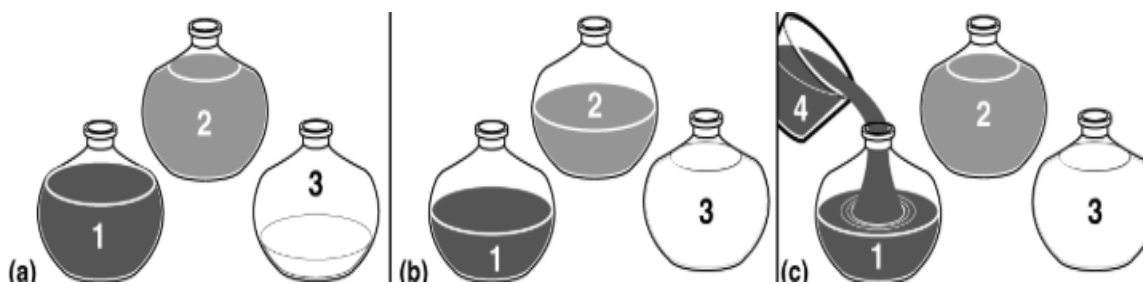


Figura 3.57 – Mètode de decantació dels tres recipients (Font: veure ref.(58))

AVANTATGES

- Mètode d'aplicació senzilla
- Cost mínim
- Reducció important de les impureses i gèrmens patògens

INCONVENIENTS

- Procés de desinfecció incomplet (no garanteix el 100% de desinfecció)
- Procés lent, temps d'espera elevat

3.3.2 Potabilització

Els sistemes de purificació d'aigua treballen a un nivell més profund. En aquest cas, igual que en el procés de filtració, es separen substàncies capaces de solubilitzar-se en l'aigua però utilitzant mecanismes més complexos.

El procés de potabilització o purificació és aquell que permet convertir l'aigua per a que sigui apta per al consum humà.

El procés de potabilització és molt més efectiu si hi ha un tractament de filtrat previ, és per això que en la majoria de casos actuen junts i es confonen els conceptes de filtració i potabilització.

Hi ha diferents mètodes per potabilitzar aigua, es poden diferenciar entre processos físics com ara l'ebullició o bé processos de tractament químic, que poden ser afegint substàncies oxidants com el iode o el clor.

Com s'ha mencionat en l'apartat anterior, en la majoria de països desenvolupats a l'hora d'adquirir filtres per al tractament d'aigua domèstica, ja venen amb un sistema de potabilització integrat normalment amb un tractament químic.

PROCESSOS FÍSICS

Ebullició

Bullir l'aigua durant tres minuts serveix per eliminar gran parts del microorganismes que es poden trobar en ella, tot i així no és suficient per acabar amb totes les bactèries.

Les partícules es poden separar de l'aigua i romanen després de l'ebullició, és per això que s'ha de passar per uns tamisos per ser separades. Mentre que l'aigua estigui bullint durant tres o més minuts, farà que l'aigua es pugui beure però no es desfan els components químics que estiguin presents. Aquest procés tampoc elimina el mal gust.

És important mantenir uns minuts el procés d'ebullició per assegurar l'eliminació dels gèrmens patògens, l'emmagatzematge ha de ser o bé utilitzant la mateixa olla o recipient on s'ha fet bullir l'aigua, o un altre recipient que no estigui contaminat.

AVANTATGES

- Tractament d'aplicació senzilla
- Eliminació de la majoria de gèrmens patògens

INCONVENIENTS

- Necessitat de combustible o sistema per fer bullir l'aigua
- No hi ha cap protecció residual, és a dir, que un cop bullida l'aigua, s'ha d'anar amb compte amb la recontaminació causada per les mans, o bé recipients que s'utilitzin per emmagatzemar l'aigua bullida.

Desinfecció amb llum UV

La desinfecció per llum ultraviolada utilitza aquesta font de llum per travessar el flux d'aigua. Quan l'energia ultraviolada és absorbida inactiva la reproducció dels virus i microorganismes que es troben l'aigua. Els microorganismes es consideren morts i el risc de malalties és eliminat.

AVANTATGES:

- Eficax per a l'eliminació de la majoria de virus i bactèries
- No genera residus químics, ni es treballa amb productes tòxics, perillosos o corrosius
- Sistema portàtil
- Fàcil utilització
- Làmpades de llum UV tenen períodes curts de contacte, aproximadament 20-30 segons
- Equips portàtils, petits i còmodes

INCONVENIENTS

- Una baixa dosificació pot no desactivar efectivament els microorganismes nocius
- Alguns organismes poden invertir els efectes destructius de la radiació UV mitjançant un mecanisme de reparació
- Manteniment de la làmpada per tal d'assegurar la seva efectivitat.
- La presència de sòlids en suspensió i la terbolesa impedeix el bon funcionament de la làmpada de llum ultraviolada
- No és un mètode econòmic

Una làmpada de UV potabilitzadora d'aigües és *SteriPEN Ultra* (veure *Figura 3.58*), un equip dels fabricant SteriPEN®, és un model que garanteix una eliminació del 99.9% de bacteries i virus. Protegeix de les malalties com el còlera, botulisme, disenteria d'entre d'altres.



Figura 3.58 – Làmpada potabilitzadora SteriPEN Ultra (Font: veure ref.(59))

Aquest equip s'utilitza per al tractament d'aigües transparents i el seu procediment d'ús és el següent:

1. Prendre la mostra d'aigua que es vol tractar i filtrar-la per tal d'eliminar la terbolesa i així tenir una efectivitat màxima del *SteriPEN Ultra*
2. Introduir la làmpada encesa dins el recipient que contingui la mostra i moure per posar en contacte la làmpada amb tota l'aigua del recipient.
(Depenent la quantitat d'aigua que s'hagi de tractar el temps de contacte haurà de ser d'entre 1 i 2 minuts)

El preu aproximat d'aquest equip és d'aproximadament 165€

AVANTATGES

- Aplicació senzilla
- Eficax i ràpid
- No genera residus químics

INCONVENIENT

- No es tan econòmic com altres mètodes de potabilització
- Necessitat de fer un tractament previ de filtrat
- Limitació en quan a quantitat d'aigua a tractar
- No és persistent. L'aigua es pot tornar a contaminar.

Procediment Solvatten

El mètode Solvatten ha sigut posat a punt per un organisme suec del mateix nom. És una enginyosa tècnica que consisteix en utilitzar un bidó especial (veure *Figura 3.59*) que s'omple d'aigua (prèviament filtrada) i s'exposa al Sol. Hi ha una pastilla vermella al bidó que ens indica que l'aigua no està tractada. Es deixa el bidó al Sol durant un període d'entre dues i sis hores, fins que la pastilla canvia de vermella a verda; en aquest punt ja ha acabat el tractament.

Aquest tractament combina el procés de filtració (prèviament realitzat) i la desinfecció per llum UV (exposició al Sol).



Figura 3.59 – Bidó Solvatten (Font: veure ref.(53))

AVANTATGES

- Mètode eficaç i fiable
- Ús còmode i tècnica de baix cost

INCONVENIENTS

- Bidons especials fabricats exclusivament a Suècia
- Cost elevat tant el bidó
- No es garanteix l'aigua segura si no es consumeix amb suficient rapidesa

PROCESSOS QUÍMICS

Desinfecció amb clor

El clor no és tan fiable, encara que és eficaç contra les bactèries no ho és tant contra els virus sobretot quan l'aigua és tèrbola. És per això tant important un tractament previ de filtrat. La major avantatge d'aquest element és la facilitat amb la que es pot aconseguir clor; es pot trobar en forma d'hipoclorit sòdic més conegut com lleixiu o mitjançant pastilles de dicloroisocianurat de sodi.

Si s'utilitza lleixiu normal, la d'ús domèstic, s'ha de mirar el percentatge de clor que conté. Depenent de la concentració d'aquest s'ha d'aplicar una quantitat determinada per litre d'aigua. A continuació s'expressa la relació entre el contingut de clor que pot contenir una ampolla de lleixiu amb les gotes que s'han d'afegir per litre d'aigua a tractar. (Veure *Taula 3.4*)

Taula 3.4- Relació entre contingut de clor i quantitat a afegir (Font: pròpia)

Contingut en Clor (%)	Gotes per litre d'aigua a tractar
1	10
4-6	2
7-10	1

Quan s'aplica qualsevol quantitat de clor, és important barrejar la mescla durant un període prolongat per assegurar que el clor està en contacte amb tota la substància i així amb tot els microorganismes que hi hagin.

AVANTATGES

- Si el tractament es fa amb les dosis adequades, s'eliminen tots els microorganismes patògens que hi puguin haver
- El seu efecte és eficaç i durador
- Mètode de baix cost

INCONVENIENTS

- S'ha de mantenir un correcte emmagatzematge
- Pot causar mal a la pell

El clor es pot utilitzar en diferents formes, a continuació es classifiquen les diferents maneres de desinfectar el clor i els seus preus:

- Forma líquida: dissolució d'hipoclorit de sodi (NaClO) o més coneguda com lleixiu. Té un preu aproximat de 23€ el bidó de 25kg. (Veure Annex II-A)(60)
- Forma sòlida: pastilles de dicloroisocianurat de sodi, 100 pastilles tenen el preu de 10€. (Veure Annex II-B) (61)

Desinfecció amb iode

El iode és un desinfectant excel·lent per aigües, és eficaç contra bacteries, virus i microorganismes causants de malalties que es transmeten per medi aquàtic. Tot i així, la seva disponibilitat i usos han estat limitats, el motiu principal és que el seu cost supera entre 6 i 10 vegades el del clor.

La torbidesa de l'aigua interfereix en la seva eficàcia, és per això que també s'aconsella realitzar un tractament previ de filtració.

Per a una aigua clara és suficient amb una dosificació de dues gotes d'una solució de 2% de tintura de iode. En petites dosis, el iode no té efectes adversos sobre la salut dels individus. Però, el seu ús a llarg termini podria produir certes reaccions en un petit percentatge d'individus sensibles.

Després de l'aplicació del iode, l'aigua s'ha de barrejar i deixar reposar durant uns 15-20 minuts.

AVANTATGES

- És més fàcil d'utilitzar si es compara amb el lleixiu
- La matèria orgànica inactiva menys el iode que altres elements com pot ser el clor

INCONVENIENTS

- Una dosi inadequada de iode pot provocar certes reaccions i actuar com a element tòxic sobre la salut

Hi ha diferents procediments pels quals es duu a terme la desinfecció amb iode:

- Pastilles d'hidroperiodur de tetraglicina:
Utilitzat en l'exercit d'Estats Units, per cada litre d'aigua cal una pastilla, només cal esperar 10 minuts i l'aigua ja és apta per consumir-la. L'únic inconvenient és que el pot de pastilles d'hidroperiodur de tetraglicina un cop obert perd gran part de la seva eficàcia. Les pastilles potabilitzadores de *Potable Aqua*® tenen un preu de 16,60€. (62)
- Procediment Kahn-Visscher:
S'afegeix 15ml d'aigua saturada en iode per cada litre d'aigua, cal esperar uns 20 minuts. Aquesta solució d'aigua saturada en clor s'aconsegueix agitant vigorosament aigua amb iode pur, quin es pot adquirir amb facilitat a farmàcies. El preu d'una solució de iode de 200 ml és d'aproximadament 30,00€. (63)

Mètode Lifestraw o de la “pajita filtrante”

Lifestraw és un enginyós mètode recentment inventat pel danès Vestergaard Frandsen, consisteix en aspirar l'aigua per un petit tub de plàstic de 3 cm de diàmetre i 25 de longitud. A l'interior del tub es troben filtres desinfectants de carbó actiu i productes iodats.

És un aparell d'un cost inferior a 3€ i permet filtrar entre 700 i 1000 litres d'aigua.



Figura 3.60 – Lifestraw (Font: veure ref.(64))

AVANTATGES

- Equip portàtil amb una gran eficàcia
- Manteniment simple, en cas d'obstruccions al filtre només cal bufar cap a l'interior de l'aparell
- Eliminació pràcticament total de bacteries i paràsits
- No necessita cap tipus d'energia
- Redueix la terbolesa gràcies als filtres de partícules de 0.2 micres

INCONVENIENTS

- Producte adequat per a situacions d'emergència o temporals
- Cost reduït, tot i superar els ingressos diaris d'algunes regions de països en vies de desenvolupament (màxim d'un euro diari)

4. Cas d'estudi

El cas d'estudi d'aquest projecte, posarà en pràctica algunes de les tècniques teòriques detallades en l'apartat anterior.

Primer de tot es mostraran les tècniques de baix cost que s'han utilitzat per a obtenir aigua en la zona de Manresa (Barcelona), seguidament es detallaren els mètodes que s'han seguit per realitzar l'anàlisi físico-química de diferents mostres d'aigües. Per últim, es detalla un procés de tractament d'aigua de baix cost casolà per filtrar i purificar una de les mostres recollides en el cas d'estudi.

4.1 Obtenció de l'aigua a Manresa

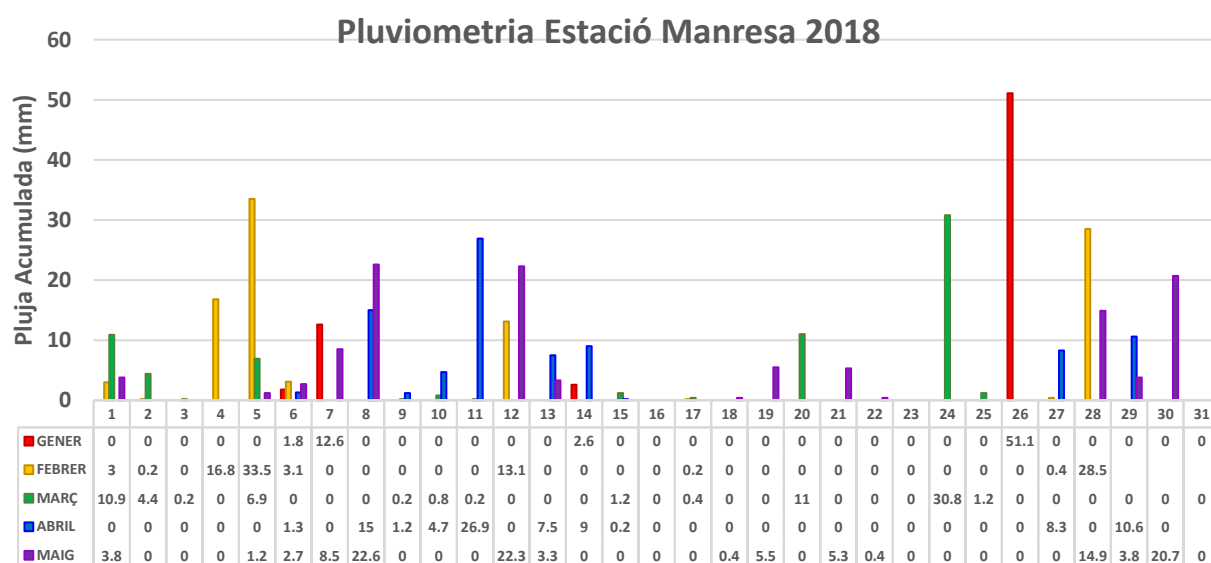
En aquest projecte s'han volgut estudiar dos mètodes de captació d'aigua:

1. Aprofitant el sostre d'un edifici per recollir aigua de pluja a través de canonades i emmagatzemar-la mitjançant un tanc.
2. Construint dos prototips de recol·lectors de boira.

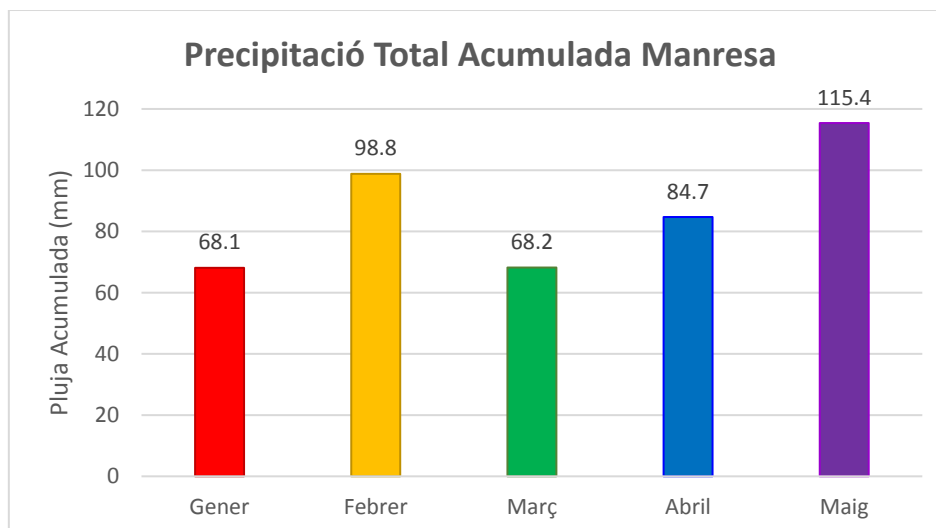
4.1.1 Tècnica aplicada a estructures de construcció

Aquesta tècnica s'ha aplicat en un habitatge de Manresa, aprofitant la teulada per a recollir l'aigua de la pluja.

S'ha fet un estudi previ de la pluviometria de la ciutat de Manresa dels cinc primers mesos d'aquest any 2018, les dades han estat extretes de l'estació meteorològica de Manresa. (Veure Gràfic 4.1 i 4.2) (65)



Gràfic 4.1 – Pluviometria diària a Manresa 2018 (Font: pròpia)



Gràfic 4.2 – Pluviometria mensual a Manresa 2018 (Font: pròpia)

Maig ha estat el mes amb majors precipitacions del 2018 amb un total de 115.4 mil·límetres d'aigua, unitat que equival a un litre per metre quadrat (L/m²).

Seguidament, es detallarà els materials i el procediment necessaris per a realitzar aquest sistema d'obtenció d'aigua de baix cost.

Com ja s'ha indicat, s'ha portat a terme a un domicili de Manresa, utilitzant la teulada d'una superfície aproximada de 19 m².

Els materials necessaris són els següents:

- Canaleta de PVC: 5m
- Baixant de PVC: 2,50m
- Dipòsit de plàstic de dimensions 37x24x25 cm

El procediment que s'ha de seguir per a la seva construcció és:

1. S'ha canalitzat l'aigua de la teulada amb un tub de PVC de 15cm de diàmetre i amb l'ús d'un colze de PVC s'ha unit un altre tub de PVC de les mateixes dimensions que el de la canaleta i s'ha fet una baixant per tal de conduir l'aigua recollida. (Veure *Figura 4.1*)
2. L'aigua recollida es condueix fins a un dipòsit de plàstic de dimensions 37x24x25 cm. Aquest dipòsit té una capacitat màxima de 22,2L. (Veure *Figura 4.2*)



Figura 4.1 – Canalització aigua de la teulada d'un habitatge de Manresa (Font: pròpia)

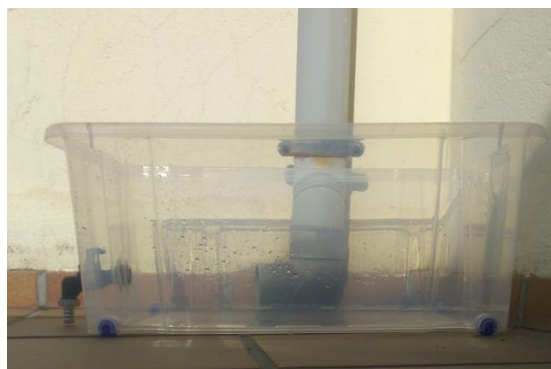


Figura 4.2 – Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua de pluja (Font: pròpia)

4.1.2 Recol·lector de boira

A partir de la idea i el funcionament simple del recol·lector de boira (descriu en l'apartat 3.1.4) s'han construït dues estructures. S'han utilitzat diferent geometria de l'estructura i dos materials diferents, per així poder estudiar quina és la millor.

A) Estructura rectangular

Els materials necessaris són:

- 4 barres de ferro de 80cm de longitud
- 4 barres de ferro de 25cm de longitud
- 4 barres de ferro de 41cm de longitud
- 16 cargols per unir les barres
- 1m de malla Raschel
- Brides
- Caixa rectangular de 47x25x35 cm
- Aixeta

El procediment que s'ha seguit és el següent:

1. Estructura: El primer pas és crear l'esquelet del sistema.

Per fer-ho es tallen les barres de ferro de les diferents mides i s'uneixen amb cargols formant una estructura rectangular.

2. Malla Raschel:

Seguidament, es talla un tros de malla d'uns 45 cm. Es fixa un dels extrems de la malla a l'estructura utilitzant brides. Un cop subjectat, es tensa i s'envolta. Es torna a fixar amb l'ús de brides.

Aquest procés es realitza per a les dues cares estretes del recol·lector.

3. Tanc:

Un cop acaba l'estructura es posa dins la caixa de plàstic i es marca l'alçada ha d'anar col·locada l'aixeta. En aquest cas es vol la mínima possible a uns 5 cm del terra.

Es forada la caixa de plàstic utilitzant un trepant i una serra. Després de fer el forat de 10 mm es lima per tal d'obtenir una superfície llisa.

Finalment es col·loquen les juntes de Teflon i s'enrosca l'aixeta.

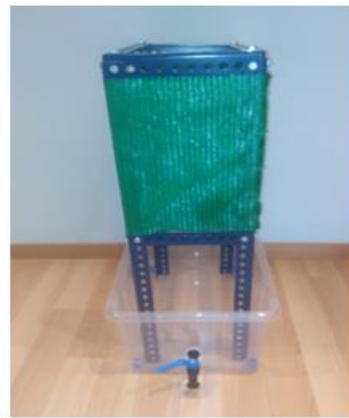


Figura 4.3 – Recol·lector rectangular amb malla Raschel (Font: pròpia)

B) Estructura triangular

Els materials necessaris són:

- 3 barres de ferro de 80 cm de llargada
- 6 barres de ferro de 40 cm de llargada
- 12 cargols per unir les barres de ferro
- 3 bobines de 4 metres de fil de plàstic d'1 cm d'amplada
- Caixa rectangular de 47x25x35 cm
- Aixeta

El procediment que s'ha seguit per a fer aquest recol·lector és similar al de l'estructura rectangular.

1. Estructura:

Es tallen les barres de ferro amb les dimensions corresponents i s'uneixen mitjançant cargols formant una estructura de base triangular.

2. Trenat amb fil de plàstic:

Aprofitant els forats de l'estructura de ferro, es fa un zig-zag començant per baix. Per assegurar que no es mourà, es tensa el fil i es fa un nus.

A continuació, s'envolta la paret quadrada fent passar el fil de dalt a baix, finalment es fixa a l'estructura i es comprova que no queden espais més grans d'un centímetre.

3. Tanc:

Per a fabricar el tanc d'emmagatzematge d'aquest recol·lector, s'utilitza el mateix procediment que al de geometria rectangular.

El resultat final del recol·lector de boira de geometria triangular es pot veure en la *Figura 4.4*.

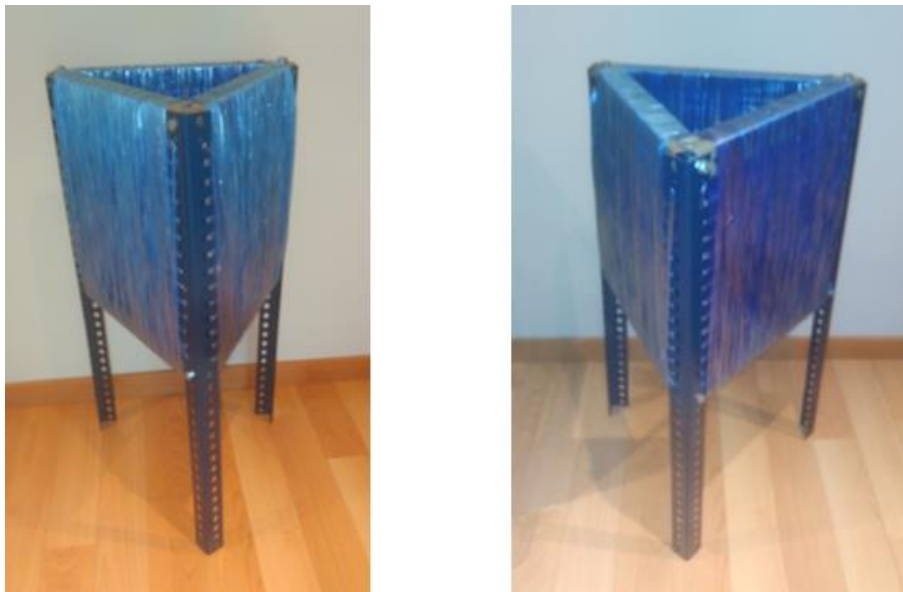


Figura 4.4 – Recol·lector triangular de fil de plàstic (Font: pròpia)

4.2 Anàlisi d'aigua

El procés que es segueix quan es vol tractar qualsevol substància segueix el diagrama de flux que es mostra en la *Figura 4.5*

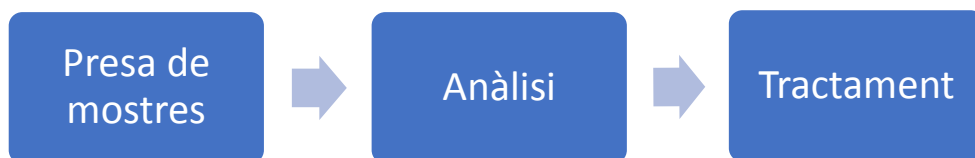


Figura 4.5 – Diagrama de flux del procés d'anàlisi de mostres (Font: pròpia)

Es segueixen tres procediments: la captació, l'anàlisi i el tractament, si s'escau, de les mostres.

- Presa de mostres: és el primer pas que s'ha de seguir, imprescindible fer-ho correctament per tal d'agafar una mostra representativa i no contaminar-la. Es descriu l'origen ja sigui aigua subterrània (pous, mines,...) o superficials (rius, llacs,...), la data i l'hora de la recollida de mostra, observacions que puguin ser rellevants a l'hora de fer l'anàlisi.

És recomanable que les mostres un cop han estat captades s'analitzin ràpidament per tal de que siguin fiables i no es facin malbé. En cas de no ser imminent l'anàlisi cal mantenir-les tancades i en un lloc fosc, si és possible, conservar-les en una nevera portàtil amb gel (a una temperatura aproximada de 4°C) durant el transport.

Les mostres captades per aquest projecte han estat etiquetades correctament (veure *Taules 4.1 – 4.6*) i s'han hagut de emmagatzemar en neveres per tal de realitzar anàlisis posteriors.

- Anàlisi: un cop tenim les mostres prèviament captades, es duen a terme les diferents proves per tal de valorar la qualitat d'aquestes.

En aquest treball s'han sotmès les diferents mostres a anàlisis físiques i químiques, que en els següents apartats es detallaran.

- Tractament: tractant-se d'aigües naturals, el més probable és que no siguin aptes per al consum humà. S'han de realitzar una sèrie de processos com ara filtracions i desinfeccions per tal de convertir-les en potables.

Per determinar les condicions i la qualitat de l'aigua s'han de prendre mostres i realitzar una sèrie de procediments per determinar-la. En aquest projecte s'han analitzat diferents mostres que pertanyen a diverses zones de Manresa. Es detallen en les següents taules les característiques de cadascuna d'elles.

Una mostra ha de complir les següents condicions:

- Ha de ser representativa.
- Ha de contenir un volum suficientment petit per facilitar la seva manipulació.
- Preservar els valors dels paràmetres a determinar fins al moment de l'anàlisi.
- Tenir la correcta identificació espacial, temporal i de manipulació.

Taula 4.1 - Etiqueta Mostra 1 (Font: pròpia)

Mostra nº :	1		
Data:	10/06/2018	Hora:	18:35h
Lloc de mostreig	Riera de Viladordis		
Origen de la mostra	Riera		
Observacions			

Taula 4.2 – Etiqueta Mostra 2 (Font: pròpia)

Mostra nº :	2		
Data:	10/06/2018	Hora:	19:11h
Lloc de mostreig	La Sèquia (Parc de l'agulla)		
Origen de la mostra	Riu		
Observacions	Mostra de la Sèquia, tram proper al Parc de l'Agulla, a l'alçada del Mas de Sant Iscle		

Taula 4.3 - Etiqueta Mostra 3 (Font: pròpia)

Mostra n° :	3		
Data:	08/06/2018	Hora:	19:35h
Lloc de mostreig	Aigua de pluja		
Origen de la mostra	Dipòsit		
Observacions	Aigua de pluja recollida pel sistema de captació d'aigua utilitzant la teulada		

Taula 4.4 - Etiqueta Mostra 4 (Font: pròpia)

Mostra n° :	4		
Data:	-	Hora:	-
Lloc de mostreig	-		
Origen de la mostra	Dipòsit		
Observacions	Ampolla d'aigua Bezoya		

Taula 4.5 - Etiqueta Mostra 5 (Font: pròpia)

Mostra n° :	5		
Data:	12/06/2018	Hora:	07:50h
Lloc de mostreig	Aigua de pluja		
Origen de la mostra	Dipòsit		
Observacions	Aigua de pluja recollida pel sistema de captació d'aigua utilitzant la teulada		

Taula 4.6 - Etiqueta Mostra 6 (Font: pròpia)

Mostra n° :	6		
Data:	12/06/2018	Hora:	15:40h
Lloc de mostreig	Aigua destil·lada		
Origen de la mostra	Dipòsit		
Observacions	Aigua destil·lada proporcionada pel laboratori de la UPC de Manresa		

Taula 4.7 - Etiqueta Mostra 7 (Font: pròpia)

Mostra n° :	7		
Data:	26/06/2018	Hora:	15:35h
Lloc de mostreig	Aigua de la xarxa		
Origen de la mostra	Aixeta		
Observacions	Aigua de la xarxa municipal d'aigua de Manresa		

4.2.1 Presa de mostres

Per captar una mostra d'aigua depenent de la font d'origen s'ha de seguir un procediment determinat, en aquest apartat es detallarà el procés de captació que s'ha seguit per a cadascuna de les mostres. (66)

Mostra 1: Riera de Viladordis

La riera de Viladordis es troba situada a les afores de Manresa, al poble de Viladordis. L'itinerari d'aquesta ve des de Mura fins arribar a desembocar al riu Llobregat, és de fàcil accés ja que els camins malgrat no estar asfaltats són de terra on es pot transitar sense dificultat ja sigui a peu o en bicicleta.

La mostra d'aigua va ser captada a un punt proper al tram de Tres Salts de la riera (veure *Figura 4.6*)



Figura 4.6 – Tram Tres Salts Riera de Viladordis (Font: veure ref.(67))



Figura 4.7 – Tram de captació de la Mostra 1 (Font: pròpia)

Per captar aigua en una font d'aigua superficial com és el cas de la riera de Viladordis cal tenir en compte diversos factors com poden ser la fundaria i el caudal. Per prendre la mostra cal seguir els passos següents:

1. Subjectar el recipient de plàstic per la part inferior i submergir-lo completament. L'orientació de l'ampolla ha de seguir la direcció del flux d'aigua, és a dir, la boca de l'ampolla ha de seguir el cabal d'aigua.
2. Un cop submergida completament, es dona la volta al recipient per tal de que adopti el sentit contrari a la corrent i s'ompli.
3. Es treu el recipient de l'aigua, es tapa, s'identifica la mostra correctament i s'introdueix dins la nevera per tal de transporta-la correctament i evitar que perdi les seves propietats naturals.

Mostra 2: La Sèquia

La Sèquia és un riu de 26 kilòmetres aproximadament de recorregut, neix a Balsareny i desemboca al Parc de l'Agulla (Manresa). És una de les obres d'enginyeria més important realitzades al Bages durant l'edat mitjana, passar per ciutats com Sallent, Santpedor i Sant Fruitós de Bages. Té un desnivell total de 10 metres i es pot seguir tot el seu recorregut.

La mostra número dos s'ha captat al tram proper al Parc de l'Agulla, a l'alçada del Mas de Sant Iscle (veure *Figura 4.8*)



Figura 4.8 – Tram de captació Mostra 2- La Sèquia tram Mas de Sant Iscle (Font: pròpia)

El procediment per captar aigua segueix el mateix procediment que el de la mostra 1 ja que també es tracta d'una font d'aigua superficial.

1. Submergir completament l'envàs en sentit del corrent i intentant que sigui el menys proper a la riba possible.
2. Girar el recipient en sentit contrari i esperar a que s'ompli.
3. Retirar l'envàs de la Sèquia, tapar, etiquetar la mostra i emmagatzemar-la correctament.

Mostra 3 i Mostra 5: Aigua de pluja

Aquestes mostres s'han extret d'un dipòsit instal·lat a la terrassa d'un habitatge de Manresa el qual emmagatzema aigua de pluja provinent d'una canalització de la teulada de la casa.



Figura 4.9 – Dipòsit d'emmagatzematge d'aigua de pluja (font: pròpia)

El procediment de captació d'aigua en aquest dipòsit és el següent:

1. Introduir el recipient dins el dipòsit fins que quedi totalment submergit.
2. Moure el recipient horitzontalment per facilitar que l'aigua entri dins.
3. Treure el recipient del dipòsit, tancar-lo, etiquetar-lo i emmagatzemar-lo correctament.

Mostra 4: Ampolla

Aquesta mostra no ha necessitat cap procés de captació ja que és una mostra d'aigua potable embassada de marca *Bezoya*.



Figura 4.10 – Ampolla d'aigua Bezoya (font: veure ref. (68))

Mostra 6: Aigua destil·lada

L'aigua destil·lada s'ha extret de uns dipòsits dels laboratoris de la Universitat Politècnica de Catalunya de Manresa. S'emmagatzema en recipients de plàstic de capacitat de 15 litres o bé en dispensadors d'un litre i mig de capacitat.



Figura 4.11 – Aigua destil·lada (Font: pròpia)

El procediment que es segueix per agafar aquesta mostra és com si rages d'una aixeta:

1. Obrir l'aixeta al màxim per tal de que hi hagi un cabal abundant d'aigua, es deixa uns segons i s'introdueix el recipient sota el corrent d'aigua. És important que la boca del recipient no mantingui contacte amb l'aixeta, per evitar contaminar la mostra.
2. Un cop omplert el recipient, tancar l'aixeta, tancar el recipient, etiquetar i emmagatzemar la mostra.

Mostra 7: Aigua de la xarxa municipal

L'aigua de la mostra 7 s'ha extret d'una aixeta domèstica d'un habitatge de Manresa.

El procediment de presa de mostra s'ha seguit la metodologia de mostreig d'aixetes:

1. S'obre l'aixeta al màxim i es deixa uns segons corre per tal de renovar l'aigua que estava dins la canonada.
2. Es destapa el recipient on es vol emmagatzemar la mostra i es col·loca sota el flux d'aigua, és important que la boca del recipient no estigui en contacte directe amb l'aixeta.
3. Un cop s'ha omplert, es tanca el recipient, l'aixeta i s'etiqueta i s'emmagatzema la mostra de manera correcta.

4.2.2 Anàlisis

Es segueix el mateix procediment d'anàlisi per a totes les mostres, per això en aquest apartat es detallaran els passos que s'han seguit per a realitzar cada paràmetre estudiat de les mostres. Els resultats i les comparacions de cadascun dels paràmetres es detallaran en l'apartat 5.

ANÀLISI FÍSICA

Terbolesa

Per mesurar la terbolesa de les mostres s'utilitzarà la tècnica de baix cost del disc de Secchi, utilitzant les calcomanies.

El procediment que es segueix és:

1. Agafar una vas de precipitats i afegir 20 ml de mostra.
2. Es situa el vas amb la mostra sobre una calcomania del disc de Secchi.
3. Es compara la tonalitat de la calcomania amb la taula de referència.

Color

El color de les mostres es determina a nivell visual, sense cap aparell de mesura. És un resultat qualitatiu.

L'únic procediment que es segueix és passar una alíquota de 100ml per paper de filtre per determinar si el color de les mostres és vertader o aparent.

Gust i olor

No existeixen instruments de mesura que avaluin aquest paràmetre, és totalment subjectiu. Per tant, per determinar-ho s'olora i es determina si es desprèn alguna olor característica.

Temperatura

L'instrument que s'utilitza per a determinar la temperatura és el termòmetre.

Els valors de temperatura es van determinar en el moment d'agafar les mostres, ja que posteriorment s'emmagatzemaven en neveres a una temperatura d'entre 4 i 8°C.

El procediment que es segueix per a determinar la temperatura és:

1. Submergir el termòmetre a la massa d'aigua que es vol analitzar.
2. Esperar uns minuts a que el termòmetre mantingui un valor constant i anotar-ho.

Conductivitat

S'ha mesurat la conductivitat fent ús de les tires reactives *AquaChek*, no ens proporcionen valors directes de conductivitat però si la concentració de sals de clorur de sodi que contenen les mostres.

Per això també s'ha fet ús del conductímetre, tot i no ser una tecnologia de baix cost, s'ha utilitzat per comparar els resultats de les tires i fer una estimació dels resultats.

El procediment que es segueix en el cas de les tires reactives és el següent:

1. Agafar una alíquota de 100 ml i afegir una tira reactiva de *AquaChek*.
2. Espera fins que la marca superior de la tira viri de color groc a negre.
3. Veure quin valor marca la tira i comparar-ho amb la taula de referència que proporciona el fabricant del producte.

El procediment que es segueix en el cas d'utilitzar el conductímetre és el següent:

1. Introduir la sonda dins la mostra i moure per fer sortir l'aire que es pugui trobar a l'interior de l'elèctrode.
2. Esperar fins que el valor que apareix a la pantalla de l'aparell sigui constant.

ANÀLISI QUÍMICA:

pH

El pH s'ha determinat utilitzant les tires reactives *Kokido*® i s'han comparat amb els valors que han resultat de l'ús d'una sonda de pH.

Per fer ús de les tires reactives *Kokido*® s'ha seguit el següent procediment:

1. Agafar una mostra de 100 ml i submergir la tira. Mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar uns 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència que proporciona el mateix kit de tires reactives.

El procediment que es segueix per a fer ús de la sonda de pH és el següent:

1. Submergir la sonda de pH dins la mostra de 100ml d'aigua i moure-la.
2. Esperar a que en la pantalla de l'aparell es mantingui constant un valor, aquest serà el definitiu.

Duresa

La duresa es determinarà de manera qualitativa utilitzant sabó i quantitativa fent ús de tires reactives *Johnson*® de duresa.

Fent ús de detergent seguim els següents passos:

1. Afegir 100ml de mostra a una ampolla de 500ml i afegir 1ml de sabó.
2. Agitar fortament l'ampolla i deixar reposar.

Utilitzant tires reactives *Johnson*® s'han de seguir els següents punts:

1. Agafar una mostra de 100ml d'aigua i introduir una tira reactiva.
2. Esperar 5 segons i retirar-la.
3. Després d'esperar entre 15 i 20 segons ja es pot comparar el color de la tira amb els colors de referència proporcionats pel fabricant.

Alcalinitat

Per a mesurar el paràmetre d'alcalinitat es fa ús del kit de tires reactives *Kokido*®, el procediment d'utilització que es segueix és el següent:

1. Agafar una mostra de 100ml d'aigua, introduir-hi una tira i mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència proporcionada pel fabricant.

Oxigen dissolt

Es mesura utilitzant el kit Hanna® HI3810 d'oxigen dissolt i també l'oxímetre per poder així comprovar resultats.

El procediment que s'ha seguit per a fer ús del kit Hanna® és el següent (veure *Figura 4.12 i Figura 4.13*):

1. Omplir completament l'ampolla amb la mostra i tancar-la, és necessari omplir-la al màxim per tal d'evitar les bombolles d'aire.
2. Extreure el tap i afegir 5 gotes de sulfat de magnesi i 5 gotes més del reactiu alcalí-àcid. Tancar l'ampolla i agitar amb força, deixar reposar durant un minut i es forma un precipitat.
3. Extreure el tap i afegir 10 gotes d'àcid sulfúric. Tancar i agitar amb força fins que les partícules de matèria es dissolguin.
4. Extreure 5ml de l'ampolla de vidre i omplir el pot de plàstic. Tancar amb la tapa de plàstic i afegir una gota de l'indicador. Moure la solució en cercles i adoptarà un color blau-violeta.
5. Agafar amb la xeringa 10ml de la solució estàndard. Introduir l'extrem al forat de la tapa de plàstic i afegir la solució gota a gota, és fonamental anar movent la mostra en cercles fins que la solució del got passi de violeta a incolor.
6. El valor d'oxigen dissolt és deu vegades la quantitat de mil·lilitres que s'han afegit de solució estàndard

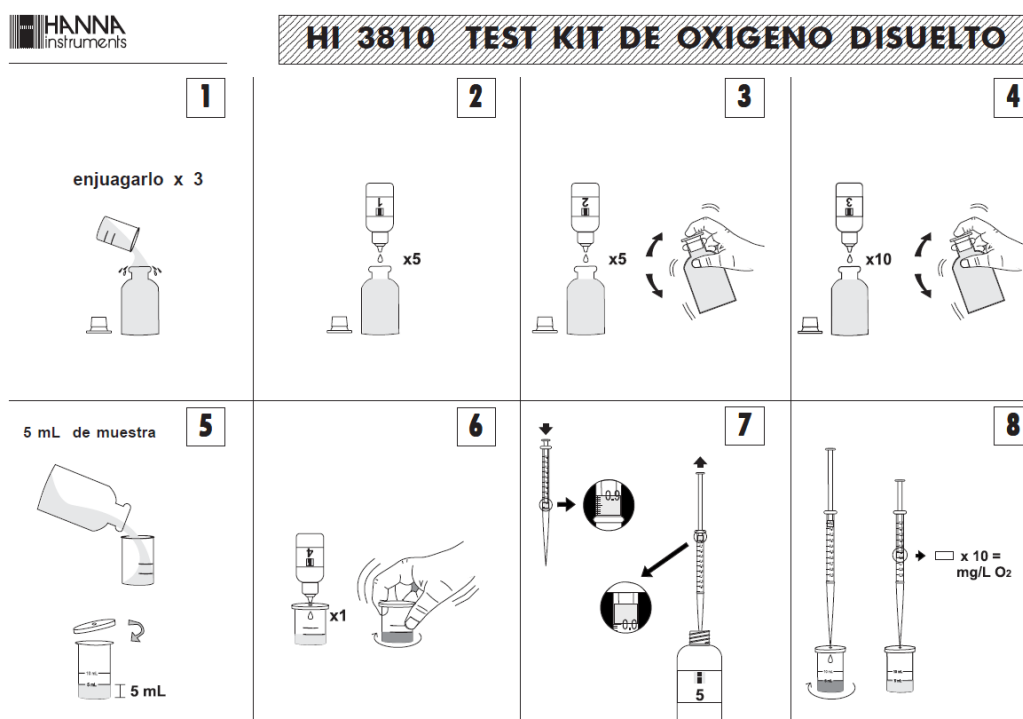


Figura 4.12 – Procediment per determinar l'oxigen dissolt amb el kit Hanna® HI3810 (Font: veure ref.(69))

A continuació es pot veure a la *Figura 4.13* el procediment que s'ha seguit per determinar la quantitat d'oxigen dissolt amb el kit *Hanna HI3810*.

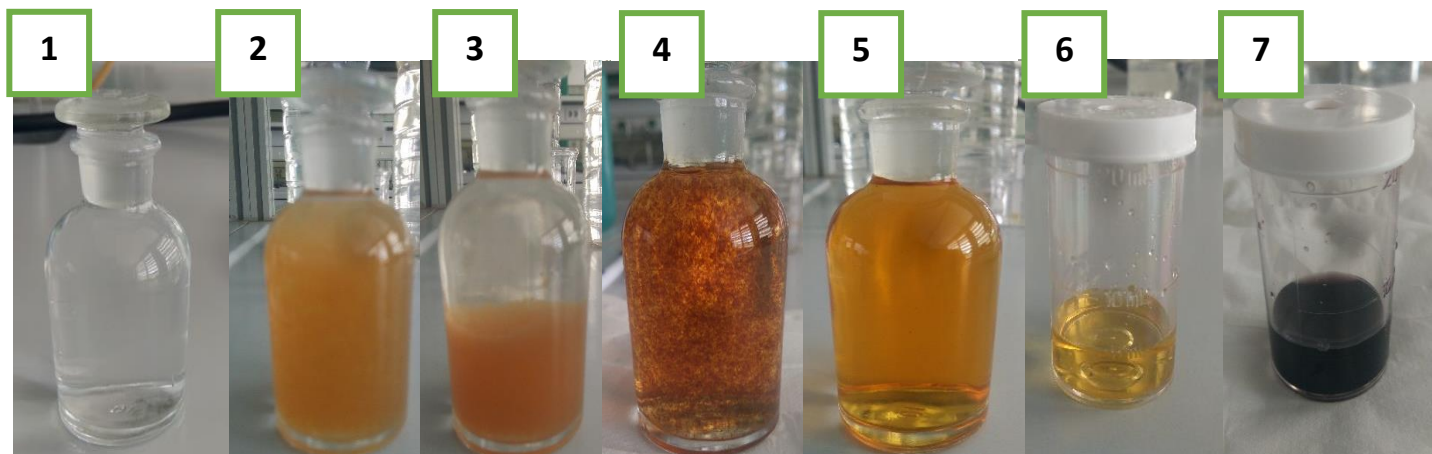


Figura 4.13 – Determinació de l'oxigen dissolt de la mostra 1 (Font: pròpia)

1. S'omple el recipient de vidre amb la mostra a analitzar i es tapa, procurant que no hi hagi cap bombolla d'aire.
2. S'afegeixen els reactius i s'agita vigorosament.
3. Es deixa reposar i es deixa precipitar.
4. S'afegeix l'àcid sulfúric.
5. S'agita la mostra fins que es dissolguin les partícules.
6. S'extreuen 5 mL de la mostra i es passen al pot de plàstic de 20mL.
7. S'afegeix una gota de l'indicador i es fa una valoració amb la solució estàndard fins que el color violeta desapareix.

El mètode de determinació amb l'oxímetre és més senzill, els passos que s'han de seguir són els següents:

1. Agafar un vas de precipitats amb 100ml de mostra i introduir la sonda d'oxigen dissolt. Important no agitar la mostra ja que això provoca una oxigenació i el valor no seria correcte.
2. Esperar a que el valor que aparegui en la pantalla sigui constant.

Nitrats (NO_3^-)

Per a realitzar l'anàlisi de nitrats s'utilitza el kit *API*, per utilitzar-ho cal seguir els següents passos:

1. Omplir el tub d'assaig de 5ml amb la mostra.
2. Afegir 10 gotes del reactiu 1, s'aconsella mantenir el comptagotes cap per avall en posició vertical per tal de que les gotes siguin uniformes.
3. Posar el tap sobre el tub d'assaig i moure diverses vegades per tal de barrejar la solució.
4. Agitar el reactiu 2 durant 30 segons.
5. Afegir 10 gotes del reactiu 2.
6. Posar el tap sobre el tub d'assaig i agitar durant 1 minut.
7. Esperar 5 minuts fins que s'assoleixi un color.
8. Comparar el color de la mostra amb la taula de referència

Fosfats (PO_4^{3-})

El Kit Test de Fosfats *API* proporciona els materials necessaris per a fer la mesura de fosfats d'una aigua de manera senzilla, ràpida i econòmica.

Aquest kit proporciona tots els materials necessaris per a la determinació de fosfats, les seves instruccions d'ús són les següents:

1. Omplir el tub d'assaig de 5 ml amb la mostra que es vol analitzar.
2. Afegir 6 gotes del reactiu 1, tapar i agitar durant 5 segons.
3. Destapar el tub d'assaig i afegir 6 gotes del reactiu 2.
4. Tapar el tub i agitar durant 5 segons.
5. Esperar 3 segons fins que es desenvolupi el color de la mostra.
6. Comparar el color resultant amb la taula de colors de referència proporcionada pel fabricant.

Clor lliure

S'utilitza el kit de tires reactives *Kokido*® per determinar la quantitat de clor lliure.

El procediment que s'ha de seguir per a la determinació d'aquest paràmetre és idèntic amb el de pH i alcalinitat:

1. Submergir la tira dins la mostra d'aigua i mantenir-la 5 segons, aproximadament.
2. Retirar la tira de l'aigua i esperar uns 15 segons a que reaccioni.
3. Comparar el color de la tira amb la taula de referència que proporciona el mateix kit de tires reactives.

4.3 Tractament de l'aigua

4.3.1 Filtració

Després d'estudiar diferents mètodes de filtració, en aquest projecte s'ha volgut estudiar el filtre de sorra utilitzant una ampolla de plàstic de litre i mig.

A continuació es detallaran els materials i els procediments necessaris per a preparar un filtre de sorra.

Materials

- Recipient de plàstic (ampolla de litre i mig)
- Tisores
- Cotó natural
- Sorra
- Pedres grans
- Cendres
- Gasses
- Carbó vegetal

Procediment

1. Es talla la part superior de l'ampolla creant una tapa per obrir i tancar l'envàs.
2. Es col·loca cap per avall i es comença a omplir en l'ordre següent:
 - 2.1 – Capa de cotó
 - 2.2 – Base gruixuda de pedres
 - 2.3 – Cendres
 - 2.4 – Sorra fina (sorra de platja prèviament netejada)
 - 2.5 – Capa fina de carbó vegetal
 - 2.6 – Gases



Figura 4.14 – Passos per realitzar un filtre casolà (Font: pròpia)

4.3.2 Potabilització

Per potabilitzar les mostres estudiades s'utilitza el mètode de desinfecció amb clor mitjançant les pastilles de dicloroisocianurat de sodi. (*Annex II-B*)

És un desinfectant de clor granular, 100% en base de dicloroisocianurat de sodi (SDIC) amb una aportació de 62% de clor actiu disponible (620.000ppm) amb un pH òptim de desinfecció d'entre 6 i 7 en solucions d'un 1%. (70)

Al mercat es poden trobar diversos proveïdors que proporcionen pastilles de SDIC, es pot trobar pastilles de 1 gram fins a 100 grams depenent de la quantitat d'aigua que s'hagi de tractar.

En aquest cas s'utilitzen les pastilles *Aquatabs*® de 3.50 grams per tractar un litre d'aigua, d'aquesta manera s'assegura una desinfecció total de la mostra i es fa apta per al consum humà. (71)



Figura 4.15 – Pastilles efervescentes *Aquatabs*® (Font: veure ref.(71))

5. Resultats

5.1 Obtenció d'aigua

5.1.1 Teulada habitatge de Manresa

S'ha realitzat l'estudi de captació d'aigua de pluja entre el dia 18 d'Abril del 2018 fins al 13 de Juny del mateix any.

A la *Taula 5.1* es troben resumides les dades de 6 dies diferents que comprenen el període de temps anterior, juntament amb l'hora en que es va realitzar la captació, les dades recollides per l'*Estació Meteorològica de Manresa* tan en mil·límetres d'aigua com en litres (65) i el volum d'aigua recollit.

Tabla 5.1 Resultat d'aigua de pluja recollida (Font: pròpia)

Dia	Durada de la mesura (min)	Hora de recollida (h)	Dades Meteomanresa (mm*)	Volum Meteomanresa (L)	Volum recollit (L)	% Obtingut	Error Relatiu (%)
05/05/18	60	18:30 - 19:30	1.2	22.8	21.4	93.86	6.14
08/05/18	10	17:00 - 17:10	0.8	15.2	14.5	95.39	4.61
18/05/18	60	17:30 - 18:30	0.4	7.6	7.1	93.42	6.58
22/05/18	60	17:00 - 18:00	0.3	5.7	5.2	91.23	8.77
08/06/18	10	15:00 - 15:10	1.0	19.0	17.6	92.63	7.37
12/06/18	10	08:00 - 08:10	0.2	3.8	3.4	87.63	10.53

(*) Cal recordar que un mil·límetre d'aigua equival a un litre per metre quadrat ($\text{mm} = 1\text{L}/\text{m}^2$)

El volum d'aigua en litres de *Meteomanresa* (65) s'ha obtingut aplicant la quantitat de mil·límetres d'aigua registrats pels metres quadrats de superfície de captació (19m^2).

S'ha determinat el tant per cent de l'aigua recollida tenint com a referència teòrica les dades pluviomètriques de l'*Estació Meteorològica de Manresa* (en litres), i s'observa que s'ha recollit entre el 87 i el 95% de l'aigua que va precipitar en aquests períodes de temps.

S'ha calculat l'error relatiu, utilitzant les dades de volum (en litres) obtingudes de l'*Estació Meteorològica de Manresa* i les recollides experimentalment, i s'observa que el màxim error és del 10.53%.

5.1.2 Col·lectors de boira

No s'ha pogut obtenir resultats dels recol·lectors de boira degut a que, durant el període en que s'ha realitzat aquest treball, les condicions meteorològiques no han sigut favorables per duu a terme aquest estudi.

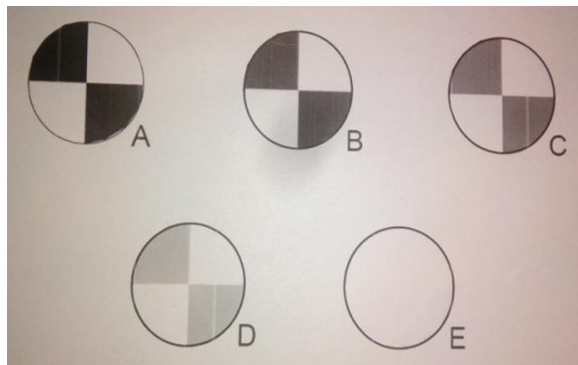
5.2 Anàlisi de les mostres

En aquest apartat es detallaran els resultats obtinguts de les diferents anàlisis tant física com química que s'han realitzat de les diferents mostres.

ANÀLISI FÍSICA

Terbolesa

Els resultats que s'han obtingut amb les calcomanies de Secchi (*Figura 5.1*) són els següents:



- A – Pocs efectes sobre plantes i animals aquàtics
- B – Menys llum, fotosíntesi més lenta
- C – Menys producció d'algues
- D – Producció més lenta d'insectes aquàtics
- E – Motiu d'estrès per alguns peixos (manca de producció d'aliments)

Figura 5.1 - Transparència amb disc de Secchi (Font: pròpia)

Taula 5.2 - Resultats Terbolesa (Font: pròpia)

TERBOLESA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Calcomanies Secchi	B	B	B	A	B	A	A

Color

El primer pas és determinar si el color és aparent o vertader mitjançant un procés de filtrat i posteriorment avaluar qualitativament el color de les diferents mostres.

L'aspecte de les mostres abans de ser filtrades és el següent:



Figura 5.2 – Aparença de les mostres captades (Font: pròpia)

Taula 5.3 - Resultats Color (Font: pròpia)

COLOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Color abans de la filtració	Groguenc	Groguenc	Transparent	Transparent	Groguenc	Transparent	Transparent
Color després de la filtració	Groguenc	Groguenc	Transparent	Transparent	Transparent	Transparent	Transparent
Tipus	Vertader	Vertader	Vertader	Vertader	Aparent	Vertader	Vertader

Gust i olor

No s'han obtingut valors quantitius i només s'han avaluat el paràmetre refent a l'olor, els resultats obtinguts són els següents:

Taula 5.4 - Resultats Olor (Font: pròpia)

OLOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tipus	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora

S'ha observat que totes les mostres eren inodores, no tenien una olor destacable.

Temperatura

Fent ús del termòmetre s'han analitzat les temperatures de les diferents mostres en el moment de la seva captació.

Taula 5.5 - Resultats Temperatura (Font: pròpia)

TEMPERATURA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Termòmetre (°C)	12	10	16	18	16	19	12

Conductivitat

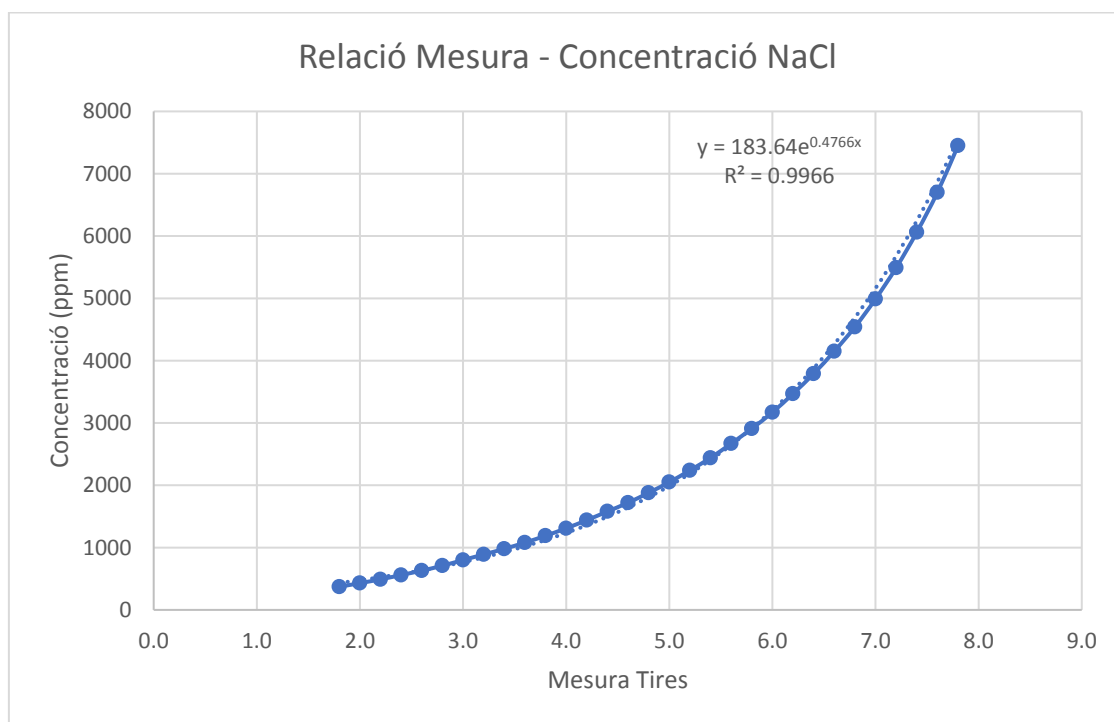
Per determinar aquest paràmetre s'han utilitzat les tires reactives *AquaChek* i els valors resultants d'una sonda de conductivitat o conductímetre. Les tires reactives no ens proporcionen un valor de conductivitat però sí un valor de concentració de clorur de sodi, així doncs, es vol comparar els valors resultats. Teòricament com més salts dissoltes es trobin en una mostra, el valor de conductivitat a de ser major.

Les tires *AquaChek* proporcionen la següent taula on relaciona la mesura de la tira amb la concentració de clorur de sodi.

Taula 5.6 – Relació mesura tira AquaChek amb concentració de NaCl (Font: pròpia)

Mesura	[NaCl] (ppm)	Mesura	[NaCl] (ppm)	Mesura	[NaCl] (ppm)
1.8	370	4.0	1310	6.2	3470
2.0	430	4.2	1440	6.4	3790
2.2	490	4.4	1580	6.6	4150
2.4	560	4.6	1720	6.8	4540
2.6	630	4.8	1880	7.0	4990
2.8	710	5.0	2050	7.2	5490
3.0	800	5.2	2240	7.4	6060
3.2	890	5.4	2440	7.6	6700
3.4	980	5.6	2670	7.8	7450
3.6	1080	5.8	2910		
3.8	1190	6.0	3170		

Si representem els valors de la Taula 5.6 obtenim la següent tendència:



Gràfic 5.1 – Relació entre la mesura de les tires AquaChek i la concentració de NaCl (Font: pròpia)

L'expressió de tendència s'utilitzarà per determinar el valor exacte de concentració depenent la mesura obtinguda.



Figura 5.3 – Mostres amb tires reactives AquaChek per determinar la concentració de NaCl (Font: pròpia)

Taula 5.7 - Resultats Conductivitat (Font: pròpia)

CONDUCTIVITAT	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tires AquaChek (valor mesura)	0.30	0.20	0	0	0	0	0.50
Tires AquaChek (valor ppm)	211	202	0-184	0-184	0-184	0-184	233
Conductímetre ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	450	422	68	31	56	11	458

Si agafem els valors de les mostres 1, 2 i 7 podem trobar una correlació entre les tires AquaChek quines determinen la quantitat de clorur de sodi en ppm i els valors donats pel conductímetre en ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Taula 5.8 - Correlació tires AquaChek i conductímetre

CONDUCTIVITAT	M1	M2	M3
Tires AquaChek (valor ppm)	211	202	233
Conductímetre ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	450	422	458
Relació	2.13	2.09	1.97

Podem observar que el valor de conductivitat que proporciona el conductímetre és aproximadament el doble que el valor de les tires AquaChek.

ANÀLISI QUÍMICA

pH

Es compara els valors de pH que s'obtenen (Figura 5.4) fent ús de les tires reactives Kokido® i comparant-les amb la taula de referències (Figura 5.5). També s'avalua aquest paràmetre fent ús de la sonda de pH. Aquests valors queden reflectits en la Taula 5.7

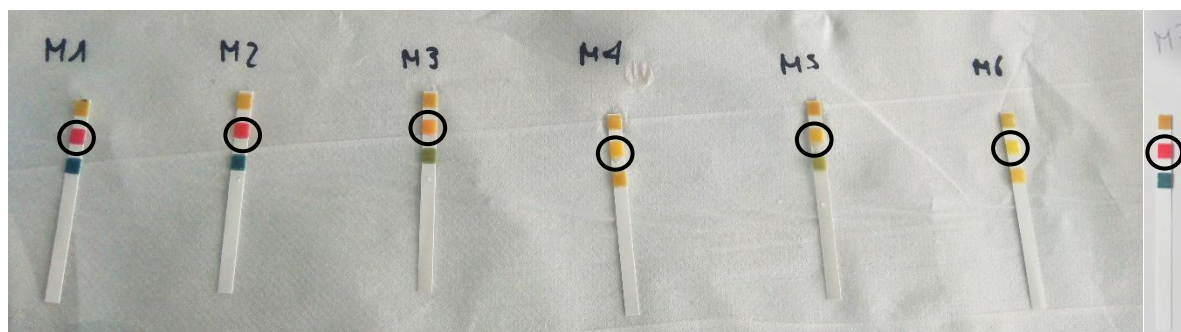


Figura 5.4 – Resultat de les tires Kokido® (Font: pròpia)

Per determinar el valor de pH, es compara el color del mig de cada tira (encercla't a la Figura 5.4) amb la taula de referència proporcionada pel fabricant de les tires. (Figura 5.5)

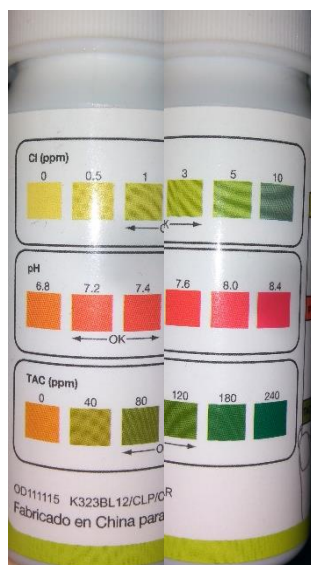


Figura 5.5 – Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Un cop s'han comparat els colors obtinguts amb els de la taula i s'ha realitzat la lectura amb la sonda de pH, obtenim els valors següents:

Taula 5.9 - Resultats pH (Font: pròpia)

pH	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tires Kokido®	8	7.2	7	<6.8	6.8	<6.8	8.0-8.4
Sonda pH	7.53	7.35	7.26	7.12	7.07	6.86	8.34
Error relatiu (%)	6.24	2.04	3.58	-	3.82	-	1.68

S'ha calculat l'error relatiu, agafant el valor de la sonda de pH com el valor real, tenint en compte que dues mostres (M4 i M6) no s'ha pogut determinar el valor degut a que estan fora d'escala, trobem que l'error de les resultats de pH és al voltant del 3%. Cal tenir en compte que el valor obtingut amb una sonda és molt més precís que el de les tires reactives.

Duresa

L'anàlisi de duresa es realitza quantitativament i qualitativament; quantitativament s'utilitzaran les tires reactives Johnson® (Figura 5.6) i per fer-ho qualitativament es farà a través de detergent de pH neutre (Figura 5.8).

Primer es troba quantitativament amb les tires reactives i es compara el color d'aquestes (Figura 5.6) amb la taula de referència proporcionada pel fabricant. (Figura 5.7)



Figura 5.6 – Tires reactives per determinar la duresa ordenades d'esquerra a dreta M1-M7(Font: pròpia)

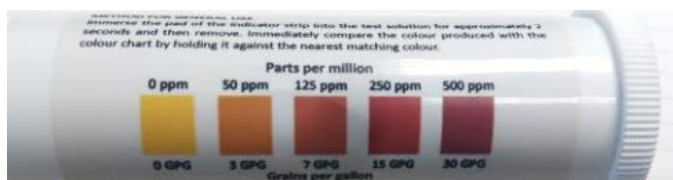


Figura 5.7 – Taula de referència tires duresa Johnson® (Font: pròpia)

Taula 5.10 - Resultat Duresa amb tires Johnson®

Duresa	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tires Johnson® (ppm)	125	125	50	0-50	50	0	125

A continuació, en la Figura 5.8 es veuen les mostres de les diferents aigües analitzades qualitativament amb el mètode del detergent.



Figura 5.8 – Anàlisi qualitativa de la duresa(Font: pròpia)

Es pot observar com les mostres 1,2 i 7 són les que han generat menys espuma, això indica que la seva duresa és superior. Si es comparen amb els valors de la Taula 5.10 es veu com aquestes mostres són les que tenen un valor superior (125 ppm)

Alcalinitat

Les mateixes tires *Kokido*® utilitzades en la determinació de pH, també proporcionen el valor d'alcalinitat de l'aigua. Es compara el tercer color de la tira (color encerclat a la *Figura 5.9*) i es compara amb la taula de referència (*Figura 5.10*).

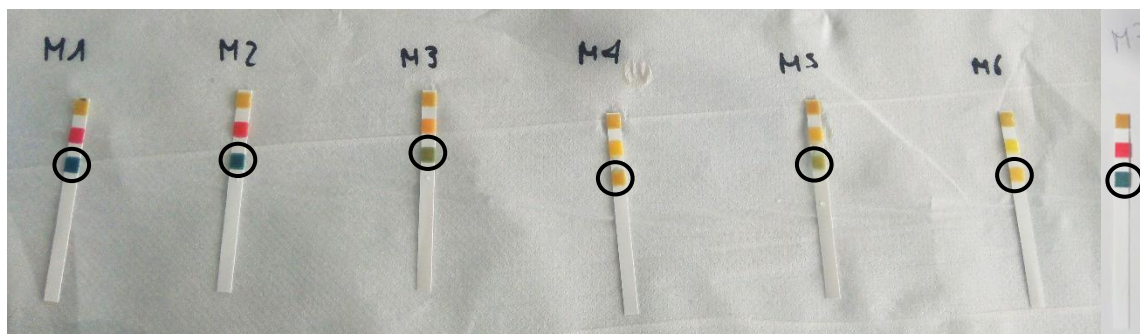


Figura 5.9 – Resultat de les tires Kokido® (Font: pròpia)

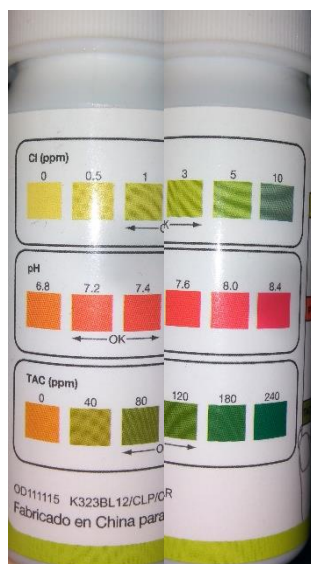


Figura 5.10 - Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Es compara el color de la taula de referència de *Kokido*® i es troba el valor de alcalinitat de les mostres.

Taula 5.11 - Resultats Alcalinitat (Font: pròpia)

ALCALINITAT	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Tires <i>Kokido</i> ® (ppm)	240	120	40	0	0-40	0	240

Oxigen dissolt

La quantitat d'oxigen dissolt de les mostres s'analitza utilitzant el kit *Hanna HI 3810* i l'oxímetre.

El fabricant del kit *Hanna* proporciona la següent relació per determinar el valor d'oxigen dissolt en ppm.

$$mL \text{ solució valoració} \cdot 10 = mg/L O_2 = ppm O_2$$

Taula 5.12 - Resultats Oxigen Dissolt (Font: pròpia)

OXIGEN DISSOLT	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Kit <i>Hanna HI 3810</i> (ml solució valorant)	0.82	0.86	0.78	0.80	0.71	0.66	0.57
Kit <i>Hanna HI 3810</i> (ppm)	8.20	8.60	7.80	8.00	7.10	6.60	5.70
Oxímetre (ppm)	8.95	9.10	7.89	8.22	6.69	6.63	5.47
Error relatiu (%)	8.38	5.49	1.14	2.68	6.13	0.45	4.20

Prenent com a valor real el de l'oxímetre, degut a que és un sistema més precís i fiable, es calcula l'error relatiu. L'error varia entre el 0 i el 10%, cal destacar que pot ser deguts a errors humans a l'hora de fer les valoracions amb el kit *Hanna HI 3810*.

Nitrats (NO_3^-)

S'utilitza el kit *API*® per determinar els nitrats de les mostres. Un cop s'han realitzat les addicions dels reactius i s'ha seguit el procediment necessari per fer aquesta anàlisi, s'obtenen les mostres amb una tonalitat determinada (*Figura 5.11*) i es compara amb la taula de referència del fabricant. (*Figura 5.12*)

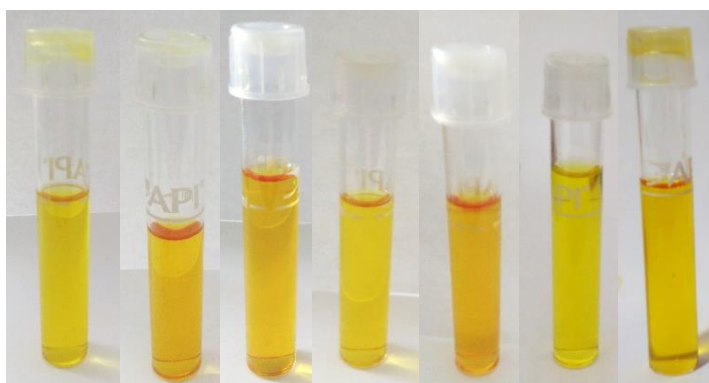


Figura 5.11 – Mostres (1-7) kit determinació de nitrats (Font: pròpia)



Figura 5.12 – Taula referencia de nitrats API® (Font: pròpia)

Un cop es compara el color de la mostra amb el de la taula, s'obté la concentració de nitrats.

Taula 5.13 - Resultats Nitrats (Font: pròpia)

NITRATS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Kit API (ppm)	0	5	5	0	5	0	5

Fosfats (PO_4^{3-})

Els valors resultants d'analitzar la concentració de fosfats amb el kit API es determina igual que els nitrats, comparant el color de la mostra (Figura 5.12) un cop realitzar l'anàlisi amb la taula de referència que facilita el fabricant (Figura 5.13).

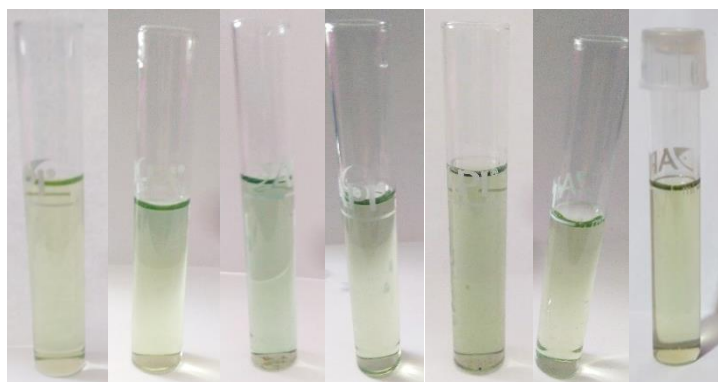


Figura 5.13 – Mostres (1-7) amb kit determinació de fosfats (Font: pròpia)

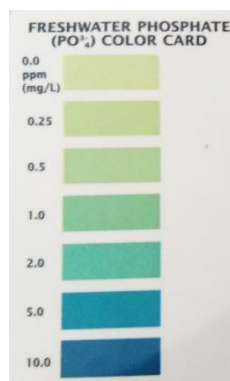


Figura 5.14 – Taula referència fosfats API® (Font: pròpia)

Taula 5.14 - Resultats Fosfats (Font: pròpia)

FOSFATS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Kit API (ppm)	0	0.25	0.50	0	0.50	0	0.25

Clor lliure

La quantitat de clor lliure de les mostres es determinant amb el kit *Kokido*®, comparant el primer color de cada tira (encerclat a la Figura 5.15) i comparada amb la taula de referència (Figura 5.16) proporcionada pel fabricant.



Figura 5.15 – Resultat de les tires Kokido® (Font: pròpia)

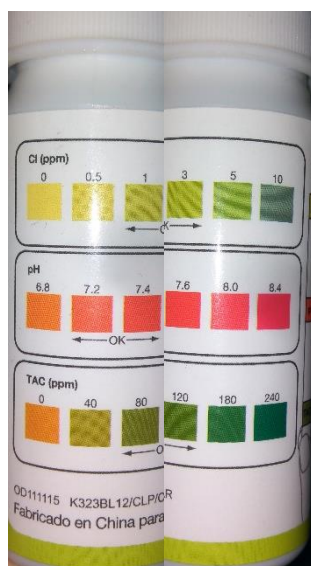


Figura 5.16 - Taula de referència Kokido® (Font: pròpia)

Es compara la tonalitat i s'obtenen els següents resultats:

Taula 5.15 - Resultats Clor Lliure (Font: pròpia)

CLOR LLIURE	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Kit Kokido® (ppm)	0.5	0.0-0.5	0.5	0.5-1.0	0.0	0.5-1.0	1.0

La Organització Mundial de la Salut (OMS) assenyala que no s'ha observat cap efecte advers en humans que han estat exposats a concentracions de clor lliure en aigua potable. No obstant això, estableix un valor guia màxim de clor lliure de 5 ppm. (72)

Tot i així, la legislació espanyola recull un decret (*Real Decreto 140/2003*) (*Veure Annex III-A*) quin fa referència a l'aigua de consum humà i les concentracions màximes de clor residual combinat i lliure. S'estableix que la concentració de clor combinat residual no ha de superar 2mg/L (2ppm) i el clor lliure residual no ha de superar 1mg/L (1ppm). (73)

A continuació es resumeixen tots els resultats de les dues anàlisis realitzades a les 7 mostres d'aigua. (*Veure Taula 5.16 i Taula 5.17*)

Taula 5.16 - Resultats anàlisi física (Font: pròpia)

Paràmetres Físics	Mètodes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Terbolesa	Calcomanies	B	B	B	A	B	A	A
Color	Filtració	Vertader	Vertader	Vertader	Vertader	Aparent	Vertader	Vertader
		Groguenc	Groguenc	Transparent	Transparent	Transparent	Transparent	Transparent
Olor	Subjectiu	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora	Inodora
Temperatura	Termòmetre (°C)	12	10	16	18	16	19	12
Conductivitat	Tires (ppm NaCl)	211	200	0-184	0-184	0-184	0	233
	Conductímetre (µS/cm)	450	422	68	31	56	11	458

Taula 5.17- Resultats anàlisi física (Font: pròpia)

Paràmetres Químics	Mètodes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
pH	Sonda pH	7,53	7,35	7,26	8,27	7,07	7,89	8,34
	Tires Kokido ®	8,00	7,20	7,00	7,40	6,80	7,60	8,0-8,4
Duresa	Tires Johnson ®	125	125	50	0-50	50	0	125
Alcalinitat	Tires Kokido ®	240	120	40	0	0-40	0	240
Oxigen Dissolt	Oxímetre (ppm)	8,95	9,10	7,89	8,22	6,69	6,63	5,47
	Kit Hannah HI3810	8,20	8,60	7,80	8,00	7,10	6,60	5,70
Nitrats	Kit API (ppm)	0	5	5	0	5	0	5
Fosfats	Kit API (ppm)	0,00	0,25	0,50	0,00	0,50	0,00	0,25
Clor lliure	Tires Kokido ®	0,5	0,0-0,5	0,5	0,5-1,0	0	0,5-1,0	1,0

6. Conclusions

Aquest treball ha permès detectar mètodes útils i eficaços de baix cost que permeten contribuir a obtenir aigua, determinar-ne la qualitat i tractar-la en diferents zones del món on no es disposa de sistemes convencionals.

S'han desenvolupat dos sistemes diferents d'obtenció d'aigua aplicant la tècnica de canalització d'aigua de pluja, ha sigut simple i efectiva i pot ser de gran utilitat per a zones amb un clima plujós. Durant el període en que s'ha realitzat aquest estudi, s'ha pogut recollir entre un 87 i un 95% d'aigua de pluja.

S'ha construït dos recol·lectors de boira pensant en zones amb un tant per cent elevat d'humitat. La seva construcció és simple i econòmica. No s'han pogut recollir dades d'aquest sistema degut a la climatologia durant el període en que s'ha realitzar aquest treball. Aquest podria ser un treball futur on s'estudiés les quantitats d'aigua recollides depenent els materials i les diferents estructures utilitzades.

S'ha pogut comprovar que existeixen sistemes simples per determinar la qualitat de l'aigua, utilitzant mètodes directes com tires reactives o valoracions que permeten obtenir valors fiables. Aquests mètodes de baix cost no proporcionen exactitud i precisió però si que donen fiabilitat a l'hora de determinar els diferents paràmetres.

Els errors que s'han trobat a l'hora de realitzar les anàlisis són inferiors al 10%; en el cas de la determinació de pH amb tires reactives, l'error respecte els resultats obtinguts per una sonda de pH oscil·la entre l'1 i el 7%. En el cas de la determinació d'oxigen dissolt, l'error màxim que s'ha obtingut és del 8.38%, comparant el valor del kit d'oxigen amb el de l'oxímetre.

Una anàlisi d'aigua convencional suposaria una inversió inicial aproximada de 17.100€, en canvi, utilitzant els mètodes de baix cost estudiats es reduiria fins a uns 258€. Això comporta un estalvi del 98.49%.

Pel que fa al tractament d'aigua s'ha pogut conèixer tècniques per tractar-ne cabals petits i proporcionant així la seguretat de consumir una aigua potable.

SteriPEN® és un mètode de baix cost que utilitza la llum UV per potabilitzar quantitats d'aigua reduïdes amb una fiabilitat del 99.9% d'eliminació d'elements patògens.

Altres mètodes simples i econòmics destacables per obtenir aigua apta per al consum humà són les pastilles de dicloroisocianurat de sodi que permeten potabilitzar mostres afegint només una pastilla, o bé, l'equip portàtil *Lifestraw* que proporciona aigua segura directament de la font contaminada.

7. Referències

- (1) Aquabook. [en línia], 2016. [Consulta: 27 gener 2018]. Disponible a: http://aquabook.agua.gob.ar/167_0.
- (2) DIAZ, D., 2011. El ciclo del agua. | Faciltareas muy facil. 11 Juny [en línia]. [Consulta: 27 gener 2018]. Disponible a: <http://faciltareasmuyfacil.blogspot.com/2011/06/el-ciclo-del-agua.html>.
- (3) Agua | Greenpeace Colombia. 2010 [en línia], [sense data]. [Consulta: 30 gener 2018]. Disponible a: <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>.
- (4) Agua en el planeta – Agua.org.mx. [en línia], 2017. [Consulta: 30 gener 2018]. Disponible a: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>.
- (5) AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture. [en línia], 2016. [Consulta: 30 gener 2018]. Disponible a: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/>.
- (6) GALINDO, F., 2018. El consum d'aigua a les cases arriba al punt més baix a Manresa: 115 litres per persona i dia - Regió7 :: El Diari de la Catalunya Central. 15 Febrer [en línia]. [Consulta: 20 juny 2018]. Disponible a: <https://www.regio7.cat/manresa/2018/02/14/consum-daigua-cases-arriba-al/460021.html>.
- (7) Países que más agua consumen | Fundación Aquae. [en línia], [sense data]. [Consulta: 2 febrer 2018]. Disponible a: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/paises-que-mas-agua-consumen/>.
- (8) Home | JMP. Juliol [en línia], 2018. [Consulta: 16 febrer 2018]. Disponible a: <https://washdata.org/>.
- (9) Agua, saneamiento e higiene | UNICEF. [en línia]. [Consulta: 18 febrer 2018]. Disponible a: https://www.unicef.org/spanish/wash/index_31600.html
- (10) La fórmula del agua segura. [en línia], [sense data]. [Consulta: 20 febrer 2018]. Disponible a: <http://studylib.es/doc/5523675/la-f%C3%B3rmula-del-agua-segura>.
- (11) Hirozumi, K. i Guzmán, A., 2015. -Opciones técnicas para la agricultura familiar en la Sierra - PARA COSECHAR. Març,
- (12) Sistema de captación de agua de lluvia para usar como agua potable. 6 Març [en línia], 2017. [Consulta: 20 maig 2018]. Disponible a: <https://ecoinventos.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-para-usar-como-agua-potable/>.

- (13) Chilenos crean máquina que transforma el aire en agua potable | The Note. *24 Deseembre* [en línea], 2014. [Consulta: 1 març 2018]. Disponible a: <http://www.thenote.cl/category/chilenos-crean-maquina-que-transforma-el-aire-en-agua-potable/>.
- (14) AQUAIR, el cosechador portátil que produce agua potable del aire. *21 Octubre* [en línea], 2017. [Consulta: 5 març 2018]. Disponible a: <https://ecoinventos.com/aquair/>.
- (15) Agua de Niebla de Canarias S.L. [en línea], [sense data]. [Consulta: 25 juny 2018]. Disponible a: <http://aguadeniebla.com/nrp30>.
- (16) Exprimidores de Nubes | Ciencia & Cemento. *8 Febrer* [en línea], 2012. [Consulta: 25 juny 2018]. Disponible a: <http://wp.cienciaycimento.com/exprimidores-de-nubes/>.
- (17) Países que más agua consumen | Fundación Aquae. [en línea], [sense data]. [Consulta: 2 febrer 2018]. Disponible a: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/paises-que-mas-agua-consumen/>.
- (18) Modelos Máquinas. *2016* [en línea], [sense data]. [Consulta: 12 febrer 2018]. Disponible a: <http://aquaer.com/es/datos-2/modelos-maquinas>.
- (19) ÁLVAREZ, R., 2016. Este panel tiene un gran superpoder: genera agua potable en lugar de electricidad. *12 Novembre* [en línea]. [Consulta: 15 febrer 2018]. Disponible a: <https://www.xataka.com/energia/este-panel-tiene-un-gran-superpoder-genera-agua-potable-en-lugar-de-electricidad>.
- (20) Análisis Biológico. [en línea], [sense data]. [Consulta: 19 juny 2018]. Disponible a: <http://www.archivonacional.gob.pa/index.php/laboratorio-de-conservacion/analisis-biologico>.
- (21) Turbidímetro / Nefelómetro portátil Hanna Instruments (HI 93703) al mejor precio - ServoVendi: tu tienda online de Medidores, Cultivo, Grow Shop, Jardinería y Hidroponía. [en línea], [sense data]. [Consulta: 25 juny 2018]. Disponible a: <https://www.servovendi.com/es/turbidimetro-nefelometro-portatil-hanna-hi-93703.html>.
- (22) Disco Secchi. *26 Maig* [en línea], 2016. [Consulta: 23 febrer 2018]. Disponible a: <http://nes.pe/disco-secchi/>.
- (23) Espectrofotómetro » El Espectrofotómetro. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://elespectrofotometro.com/partes-del/>.
- (24) Espectrofotómetro Zuzi 4211/20 - Material de Laboratorio. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.labotienda.com/es/productos-laboratorio/espectrofotometro-zuzi-4211-20/>.

- (25) TESTER DIGITAL - CHECKER HANNA COLOR DE AGUA HI 727 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/testers-digitales-checkers/color-del-agua/tester-digital-checker-hanna-color-de-agua-hi-727>.
- (26) Tratamiento de olores y sabores. [en línea], [sense data]. [Consulta: 6 març 2018]. Disponible a: http://www.elaguapotable.com/tratamiento_de_olores_y_sabores.htm.
- (27) SONDAS DE TEMPERATURA - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/sondas-de-temperatura-llaves-de-calibracion/sondas-de-temperatura/sondas-de-temperatura>.
- (28) Termómetro de laboratorio / de mercurio - 43205024 - Hecht Assistant. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.medicalexpo.es/prod/hecht-assistent/product-68602-439090.html>.
- (29) CONDUCTIMETRO PORTÁTIL MULTI-RANGO CON COMPENSACIÓN DE TEMPERATURA IMPERMEABLE HI 9033 / HI 9034 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/conductividadtds/portatil/conductimetro-portatil-multi-rango-con-compensacion-de-temperatura-impermeable-hi-9033--hi-9034>.
- (30) Relación de sólidos suspendidos con la turbidez: Turbidímetro | Venta de equipos de laboratorio | Sensores para agua. [en línea], [sense data]. [Consulta: 28 juny 2018]. Disponible a: <http://www.oz-peru.com/relacion-solidos-suspendidos-la-turbidez-turbidimetro/>.
- (31) pH y Vino - Aprender de Vino. [en línea], [sense data]. [Consulta: 16 març 2018]. Disponible a: <http://www.aprenderdevino.es/ph-y-vino/>.
- (32) Los electrodos de pH | Academia Testo. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 abril 2018]. Disponible a: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/los-electrodos-de-ph>.
- (33) Medidor económico para análisis de dureza magnésica y dureza cálcica. HI 719 y HI 720, tienda On Line. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=7555&_medidor_economico_para_analisis_de_dureza_magnesica_y_dureza_calcica_hi_719_y_hi_720_tienda_on_line.
- (34) TESTER DIGITAL - Checker HANNA de Dureza Cálcica HI 720 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/testers-digitales-checkers/dureza/tester-digital-checker-hanna-de-dureza-calcica-hi-720>.
- (35) La dureza del agua - YouTube. 20 Setembre [en línea], 2014. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: https://www.youtube.com/watch?v=wu7j_LqjRQg.

- (36) BUECHEL, T., 2018. La alcalinidad del agua frente al pH del sustrato - diferencias | PRO-MIX. 27 Juny [en línea]. [Consulta: 28 juny 2018]. Disponible a: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-alcalinidad-del-agua-frente-al-ph-diferencias/>.
- (37) TESTER DIGITAL - Checker HANNA de ALCALINIDAD AGUA POTABLE HI 775 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 28 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/testers-digitales-checkers/alcalinidad/tester-digital-checker-hanna-de-alcalinidad-agua-potable-hi-775>.
- (38) TEST KIT DE DUREZA TOTAL, RANGO ALTO HI 3812 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/test-kits/dureza/test-kit-de-dureza-total-rango-alto-hi-3812>.
- (39) Electrodo de ISE de Nitratos HI 4113 - HI 4013 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 9 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/electrodo-de-ise-de-nitratos-hi-4113-hi-4013>.
- (40) RODRIGUEZ, A., ROBLEDO, E., GARCIA, G. i PAPASPYROU, S., 2014. Procedimiento para la determinación secuencial de nitrito y nitrato.
- (41) Welcome to API Fishcare: PHOSPHATE TEST KIT. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.apifishcare.com/product.php?id=589#.WzTvStUzbc>.
- (42) HI-96717 Phosphate Portable Photometer, High Range. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainstruments.co.uk/phosphate-meter-with-calcheckr.html>.
- (43) Técnicas Avanzadas en Química Práctica 1 DETERMINACIÓN DE FOSFATOS EN AGUAS POR ESPECTROFOTOMETRÍA. , 2003.
- (44) Welcome to API Fishcare: PHOSPHATE TEST KIT. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.apifishcare.com/product.php?id=589#.WzTvStUzbc>.
- (45) Kenbipedia - ¿Qué es la DQO y la DBO? [en línea], [sense data]. [Consulta: 30 juny 2018]. Disponible a: http://www.kenbi.eu/kenbipedia_3.php.
- (46) WTW – Equipo de medición de laboratorio OxiTop® IS. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.wtw.com/es/productos/categorias-de-productos/equipos-de-medicion-de-laboratorio/sistema-de-medicion-oxitopr/oxitopr-is.html>.

- (47) MAYARÍ NAVARRO, R., ESPINOSA LLORÉNS, M. del C., SUÁREZ MUÑOZ, M., RODRÍGUEZ PETIT, X., ÁLVAREZ LLAGUNO, Y. i PEDRO, S., 2005. Material de Referencia para la Determinación de la Demanda Química... *CENIC Ciencias Químicas*, vol. 36, no. Especial.
- (48) OMS | Escherichia coli. *WHO*, 2015.
- (49) ROCK, C. i RIVERA, B., 2014. ¿Qué es La Calidad del Agua? COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES. *Març*,
- (50) Autoclave 18 litros clase B con USB. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.quirumed.com/es/autoclave-18-litros-clase-b-con-usb.html>.
- (51) Thermo Scientific™ Agitadores orbitales de sobremesa MaxQ™ 4000 Incubated; Digital; 15 to 500rpm; 10C above ambient to 80C; 240V 50/60Hz Ver productos. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://www.fishersci.es/shop/products/maxq-4000-benchtop-orbital-shakers/10519912>.
- (52) E. coli Water Quality Test Kit | Aquagenx Compartment Bag Test. [en línea], [sense data]. [Consulta: 27 juny 2018]. Disponible a: <https://www.aquagenx.com/e-coli-test-kits/>.
- (53) E22 - El tratamiento con filtros de cerámica. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <https://wikiwater.fr/e22-el-tratamiento-con-filtros-de>.
- (54) ALBERTO, D. i ARIAS, L., [sense data]. FILTROS CERÁMICOS, UNA ALTERNATIVA DE AGUA SEGURA. ,
- (55) ¡El agua es vida! - Filtros de cerámica - YouTube. 5 Febrer [en línea], 2013. [Consulta: 3 maig 2018]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=ZjVJXpmNkoE>.
- (56) Cómo hacer un filtro purificador de agua casero - Ecocosas. 1 Març [en línea], 2017. [Consulta: 6 març 2018]. Disponible a: <https://ecocosas.com/construccion/filtro-purificador-agua-casero/>.
- (57) Tela para filtro 70x70cm. [en línea], [sense data]. [Consulta: 15 maig 2018]. Disponible a: http://apicolalospedroches.com/index/what/artic/arti/FILMIEL_002D/tela-para-filtro-70x70cm.
- (58) OMS, [sense data]. Notas Técnicas para Emergencias. [en línea]. [Consulta: 5 maig 2018]. Disponible a: <http://www.disaster-info.net/Agua/html/5-agua-para-consumo.htm>.
- (59) SteriPEN Ultra. [en línea], [sense data]. [Consulta: 17 maig 2018]. Disponible a: [http://www.steripen.es/epages/61768132.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/61768132/Products/%220033 SteriPEN Ultra Mini Pack%22](http://www.steripen.es/epages/61768132.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/61768132/Products/%220033%20SteriPEN%20Ultra%20Mini%20Pack%22).
- (60) Comprar Hipoclorito Sódico para piscinas. [en línea], [sense data]. [Consulta: 8 maig 2018]. Disponible a: https://www.nazza.es/mantenimiento-piscinas/97-hipoclorito-sodico-8430095622351.html?gclid=Cj0KCQjwjtLZBRDLARIsAKT6fXzCOX1UCApSlovqgCO6yfpTn6dyGccqFK6adWT7pglWIJfPqs6TtKgaAiWTEALw_wcB#/53-formato-25_kg.

- (61) Comprar Comprar Tabletas De Dicloroisocianurato De Sodio NADCC A Precio De Fábrica De Los Proveedores, Comprar Tabletas De Dicloroisocianurato De Sodio NADCC A Precio De Fábrica De Los Proveedores Fabricantes. [en línea], [sense data]. [Consulta: 25 maig 2018]. Disponible a: http://es.tnjchem.com/buy-sodium-dichloroisocyanurate-sdic-tablets-at-factory-price-from-suppliers_p2200.html.
- (62) Tabletas de purificación del germicida con PA de agua potable Aqua Plus | Fruugo. [en línea], [sense data]. [Consulta: 2 juny 2018]. Disponible a: https://www.fruugo.es/tabletas-de-purificacion-del-germicida-con-pa-de-agua-potable-aqua-plus/p-10892090-22762927?gclid=Cj0KCQjwjtLZBRDLARIsAKT6fXyvtuP2Yt-79s_fe_r7FwFy9G4UKG1IEiGUfv1GEYuYhjgMlIM8xJgaAlu3EALw_wcB.
- (63) Purificar el agua. , [sense data].
- (64) LifeStraw - Filter On The Go - Infowars Store. [en línea], [sense data]. [Consulta: 19 maig 2018]. Disponible a: <https://www.infowarsstore.com/lifestraw.html>.
- (65) Estació meteorològica de Manresa - El Bages - Observador: Xavier Atcher Estació meteorològica Manresa El Bages pluja lluvia neu nieve tiempo temps temperatura prediccion estacion meteorologica. [en línea], [sense data]. [Consulta: 24 abril 2018]. Disponible a: <http://www.meteomanresa.com/>.
- (66) Toma de muestras de aguas. [en línea], [sense data]. [Consulta: 12 maig 2018]. Disponible a: http://coli.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/toma_muestra/toma_muestras.html.
- (67) ICHN - El medi natural del Bages. [en línea], [sense data]. [Consulta: 23 maig 2018]. Disponible a: <https://ichn.iec.cat/Bages/ICHN/cichn.htm>.
- (68) Bezoya: El Agua - Agua mineral natural Bezoya. [en línea], [sense data]. [Consulta: 18 juny 2018]. Disponible a: <https://www.bezoya.es/bezoya-el-agua/>.
- (69) TEST KIT DE OXÍGENO DISUELTO (110 test), HI 3810 - HANNA Instruments, Fabricante de instrumentos de medida y análisis. [en línea], [sense data]. [Consulta: 21 juny 2018]. Disponible a: <http://www.hannainst.es/catalogo-productos/test-kits/otros-parametros/test-kit-de-oxigeno-disuelto-110-test-hi-3810>.
- (70) DICLOROISOCIANURATO DE SODIO (Desinfectante de cloro granular) Tratamiento de piscinas. , [sense data].
- (71) Aquatabs | Saneagro. [en línea], [sense data]. [Consulta: 12 juny 2018]. Disponible a: <http://saneagro.com/producto/aquatabs/>.
- (72) AGBAR AQUA, [sense data]. Cloro Residual. ,
- (73) Preguntas sobre cloro y agua :: Cloro.info. 16 Febrer [en línea], [sense data]. [Consulta: 12 juny 2018]. Disponible a: <http://www.cloro.info/preguntas-frecuentes/preguntas-sobre-cloro-y-agua>.

Annexes

Annex I: Manuals i fitxes dels instruments de mesura

- A. Turbidímetre Hanna HI 93703
- B. Espectrofotòmetre Zuzi 4211/20
- C. Colorímetre Hanna HI 727
- D. Sonda de temperatura Hanna HI766
- E. Conductímetre Hanna HI9033
- F. pHmetre Hanna HI98164
- G. Tester Digital de Duresa Hanna HI720
- H. Test Digital Alcalinitat Hanna HI 775
- I. Oxímetre Hanna HI 98193
- J. Kit Oxigen Dissolt Hanna HI 3812
- K. Elèctrode combinat de nitrat Hanna HI 4113- HI 4013
- L. Espectrofotòmetre de fosfats Hanna HI 96717
- M. Ampolla amb tap Oxitop[®]
- N. Digestor Hanna HI83224

Annex II: Fitxes de seguretat de substàncies

- A. Hipoclorit de sodi
- B. Dicloroisocianurat de sodi

Annex III: BOE

- A. Real Decreto 140/2003

Annex I: Manuals i fitxes dels instruments de mesura

A. Turbidímetre Hanna HI 93703

HI 93703



Turbidímetro portátil ISO 7027 con memoria de datos y conexión al ordenador

Especificaciones

HI 93703	
Rango	de 0.00 a 50.00 FTU* de 50 a 1000 FTU*
Resolución	0.01 FTU (de 0.00 a 50.00 FTU) 1 FTU (de 50 a 1000 FTU)
Exactitud	± 0.5 FTU o $\pm 5\%$
Calibración	en 3 puntos (0 FTU, 10 FTU y 500 FTU)
Fuente luminosa	LED infrarrojo
Duración de la fuente	vida del instrumento
Sensor	fotocélula de silicio
Tipo pila / duración	4 x 1.5V AA / aprox. 60 horas de uso continuo o 900 medidas; auto-desconexión después de 5 minutos
Condiciones de trabajo	de 0 a 50°C; H.R. máx. 95% (sin agua de condensación)
Dimensiones	220 x 82 x 66 mm
Peso	510 g

HI 93703-11

Como HI 93703 y además:	
Memorización datos	199 medidas a elección
Conexión al ordenador	a través de la puerta serial RS232, con programa compatible con Windows® HI 92000 (no incluido)
Reloj interno	sí

* FTU (Unidad de Turbidez de la Formación) = 1 FNU (Unidad Nefelométrica de la Formación)

Accesorios

HI 731318 Paños limpieza cubetas (4 pz)
HI 731321 Cubetas de medida de repuesto (4 pz)
HI 731313 Kit que incluye maletín robusto de transporte, soluciones calibración HI 93703-0 y HI 93703-10, solución limpieza cubetas HI 93703-50, 1 paño cubetas, 2 cubetas de medida con tapa

HI 93703-0 Solución calibración AMCO-AEPA-1 a 0 FTU (30 ml)
HI 93703-05 Solución calibración AMCO-AEPA-1 a 500 FTU (30 ml)
HI 93703-10 Solución calibración AMCO-AEPA-1 a 10 FTU (30 ml)
HI 92000 Programa conexión PC compatible con Windows®
HI 920011 Cable conexión a PC (5 y 9 puntas)

Para otros accesorios, consulte las secciones U y V.
Windows® es una marca registrada Microsoft Co.

Los instrumentos de la serie HI 93703 son turbidímetros portátiles con microprocesador, capaces de suministrar una precisión in situ igual a la que se obtiene en laboratorio.

Los dos rangos operativos de los cuales están dotados, 0.00 a 50.00 FTU y 50 a 1000 FTU, permiten utilizar estos instrumentos para cualquier tipo de aplicación.

HI 93703 es fácil de usar y de calibrar en 3 puntos mediante los estándares AMCO-EPA.

HI 93703-11 además de ofrecer las características del modelo básico, puede memorizar hasta 199 medidas de muestras que pueden ser transferidas al ordenador con posterioridad. La conexión se realiza mediante la salida RS 232 y se hace simple a través del programa HI 92000 compatible con Windows®.

Ambas versiones contienen la función GLP ("Good Laboratory Practice") que permite retomar, en cualquier momento, los datos memorizados que se refieren a la última calibración efectuada. El método de medida usado está conforme al estándar IS 7027.

Como pedir

HI 93703 se suministra con cubeta de medida, pilas e instrucciones.

HI 93703-11 se suministra con cubeta de medida, pilas, maletín robusto de transporte e instrucciones.

HI 93703C, kit que incluye HI 93703 y kit de mantenimiento HI 731313 (vea los accesorios de la parte izquierda).

B. Espectrofotómetro Zuzi 4211/20

Espectrofotómetros 4211/20 y 4211/50 | Spectrophotometers 4211/20 and 4211/50

Marca|Trademark:Zuzi

La nueva serie de espectrofotómetros Zuzi presenta una línea más moderna y actual e incorpora un conjunto de prestaciones que convierten a estos equipos en unos instrumentos precisos y fiables. Los espectrofotómetros 4211/20 y 4211/50 pertenecientes a esta nueva serie resultan ideales para su utilización en laboratorios de investigación ya que permiten la realización de análisis cualitativos (mediciones de absorbancia y transmitancia) y cuantitativos (cálculo de concentraciones) en el rango visible y UV-visible respectivamente.

The new series of Zuzi spectrophotometers presents a modern and up-to-date design and incorporates a group of features that turn these equipments into precise and reliable instruments. The spectrophotometers models 4211/20 and 4211/50, included in this series, are ideal to be used in research laboratories since they allow qualitative (absorbance and transmittance measurements) and quantitative (concentration measurements) analysis in the visible and UV-visible range respectively.



Características | Features

- Amplia pantalla LCD (128x64 bits) de fácil lectura, en la que se muestran los resultados de las distintas mediciones así como las curvas de concentración y sus ecuaciones.
- Memoria que permite almacenar hasta 200 datos de absorbancia y transmitancia. La memoria también permite guardar y recuperar hasta 200 curvas estándar distintas resultando de gran utilidad en ensayos con muestras de la misma naturaleza y agilizando el trabajo diario del laboratorio.
- Selección precisa de la longitud de onda de trabajo a través del teclado.
- Las lámparas de tungsteno y deuterio (modelo 4211/50) pueden encenderse y apagarse independientemente para alargar su vida media.
- Compartimento para muestras con intercambiador externo manual que permite alojar hasta 4 cubetas de 10 mm de paso de luz.
- Software de aplicación que proporciona un total control de las funciones y manejo del espectrofotómetro desde un ordenador y que permite la obtención de curvas de cinética enzimática.

- Large easy-to-read LCD display (128x64 bits) that shows the different results and the concentration curves.
- Memory to save up to 200 absorbance and transmittance data. The memory can also store up to 200 different standard curves being ideal in assays with samples of the same nature and speeding up daily lab work.
- Precise wavelength setting by using the keyboard.
- Tungsten and deuterium lamps (model 4211/50) can be turned on/off independently to extend their lifetime.
- Sample compartment with external manual exchanger that can hold up to 4 cells of 10 mm path length.
- Application software that provides a complete control of the spectrophotometer functions from a computer and allows performing analysis of enzymatic kinetics.

*Nota: el fabricante se reserva el derecho de modificar las características y fotografías de los productos.

*Note: Manufacturer reserves the right to modify features and photographs of the goods.



Funciones | Functions

1. Modo básico: medición de absorbancia y transmitancia a una determinada longitud de onda.
2. Modo cuantitativo: cálculo de la concentración de diferentes muestras a partir de la ecuación de una curva estándar ($C=k \cdot A+b$). Dos métodos:
 - a. Coeficiente: el valor de los coeficientes k y b de la ecuación se introducen directamente a través del teclado.
 - b. Curva estándar: permite utilizar hasta 9 muestras patrón para establecer la ecuación de la curva estándar.

1. Basic mode: absorbance and transmittance measurements at a certain wavelength.
2. Quantitative mode: determination of the concentration of different samples from a curve equation ($C=k \cdot A+b$). Two methods:
 - a. Coefficient: the value of the coefficients k and b of the equation are directly input through the keyboard.
 - b. Standard curve: up to 9 standard samples can be used to set the curve equation.

Especificaciones técnicas | Technical specifications

Marca | Trademark: Zuzi

Modelo / Model	4211/20	4211/50
Rango long. onda / Wavelength range	325-1000 nm	200-1000 nm
Ancho de banda / Spectral bandwidth	4 nm	
Sistema óptico / Optical system	Haz simple, rejilla 1200 líneas / mm Single beam, grating 1200 lines/mm	
Exactitud long. onda / Wavelength accuracy	± 1 nm	
Reproducibilidad long. onda Wavelength repeatability	0.5 nm	
Resolución long. onda / Wavelength resolution	± 1 nm	
Rango fotométrico / Photometrical range	-0.097 a 2.5 A; 0 a 125% T / -0.097 to 2.5 A; 0 to 125%	
Exactitud fotométrica Wavelength repeatability	$\pm 0.5\%$ T	
Reproducibilidad fotométrica Photometrical repeatability	$\pm 0.3\%$ T	
Luz difusa / Stray light	0.3% T	
Estabilidad / Stability	± 0.002 A / h a 500 nm	
Lámparas / Lamps	Tungsteno / Tungsten	Tungsteno y deuterio / Tungsten, deuterium
Detector / Detector	Fotodiodo de silicio / Silicon photodiode	
Compartimento de muestras Sample compartment	4 Cubetas estándar de 10 mm paso de luz 4 standard cells of 10 mm path length	
Salida / Outputs	USB y puerto paralelo (impresora) USB port and parallel port (printer)	
Alimentación / Power	AC 220V/50Hz o/or AC 110V/50HZ	
Dimensiones / Dimensions	470x370x180 mm	
Peso / Weight	12 Kg	

*Nota: el fabricante se reserva el derecho de modificar las características y fotografías de los productos.

*Note: Manufacturer reserves the right to modify features and photographs of the goods.



Color del Agua

Colorímetro de bolsillo HI 727

(R.D. 140/2003/Anex.1C)

Permite medir de forma cómoda , sencilla y económica, uno de los importantes parámetros como indicador de la calidad de las aguas para aguas de consumo.

El RD 140 establece para el color un valor paramétrico inferior a 15mg/l Pt Co.

La analítica **NO REQUIERE REACTIVOS LÍQUIDOS.**



Especificaciones

HI 727

Rango	0 a 500 mg/l en la escala Pt Co
Resolución	5 ud. de Pt Co
Precisión	+/-5% / +/-10 unid.
Fuente de Luz	LED de 470 nm
Peso	64 gr
Auto apagado	Automático a 1 min.



ACCESORIOS

HI 727-11: Patrón de Validación

HI 731318: Paño limpieza cubetas

HI 93703-50: Solución limpieza cubetas

HI 731321: Set 4 cubetas de vidrio

HI 731225: Tapas de cubeta

HI 740230: Agua desmineralizada 230ml

Sondas de temperatura



ÍNDICE	Página
Sondas termistor	P2
Sondas termopar	P8
Sondas Pt100 de 4 hilos	P17
Llaves de calibración	P18

HI 766

Sondas termopar tipo K: con o sin mango

HI 766Px, sondas con mango intercambiable

Las sondas de temperatura termopar tipo K, serie **HI 766Px**, utilizadas con termómetros termopar, son ideales para medir muestras en temperaturas elevadas, como por ejemplo, en aplicaciones industriales.

Todas las sondas están dotadas de vástago de acero inoxidable para garantizar la máxima duración y facilitar la limpieza.

La serie **HI 766Px** está compuesta por una amplia gama de sondas para la medida en líquidos, aire y gas, penetración en semi-sólidos y en superficies curvas, planas o poco accesibles. Además algunos modelos están disponibles con mangos intercambiables o fijos, para ofrecer la máxima versatilidad. A continuación indicamos los modelos disponibles y sus características:

HI 766HD, mango intercambiable para sondas

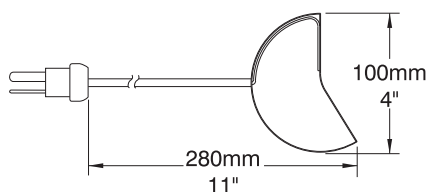
Robusto mango de PVC y 1 metro de cable. Está dotado de un conector hembra para termopar que permite la conexión de cualquier tipo de sonda **HI 766Px**.

HI 766EX, cable extensible

Cable extensible que prolonga de 1 metro el cable de dotación, con dos conectores en las extremidades (1 macho y 1 hembra).

HI 766PA, Sonda para superficies curvas

Sonda diseñada para la medida de la temperatura en superficies curvas.

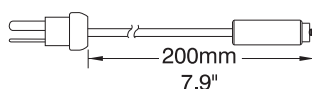


HI 766PA

Uso	superficies convexas, rodillos, etc.
Temperatura máxima	320°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 7 segundos
Dimensiones sonda	280 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766PB, Sonda para superficies

Sonda para la medida de la temperatura en superficies ubicadas a 180° respecto al termómetro.



HI 766PB

Uso	sólidos, hornos, moldes, etc.
Temperatura máxima	650°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 8 segundos
Dimensiones sonda	200 mm; diámetro 16 mm
Vástago	acero inoxidable

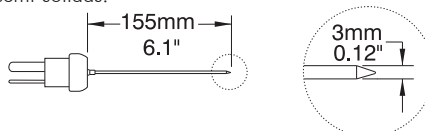


Sondas termopar tipo K: con o sin mango



HI 766PC, Sonda para penetración

Sonda con punta especial para la medida de la temperatura a través de la penetración en sustancias semi-sólidas.

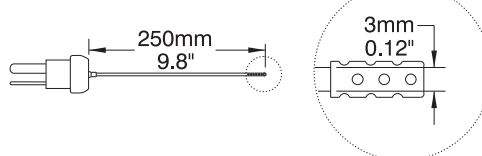


HI 766PC

Uso	semi-sólidos, carne, goma.
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 15 segundos
Dimensiones sonda	155 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766PD, Sonda para aire y gas

Sonda con punta especial para la medida de la temperatura del aire y sustancias gaseosas.

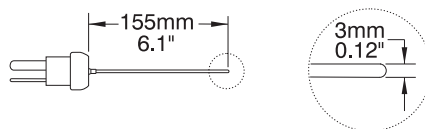


HI 766PD

Uso	aire, gas
Temperatura máxima	300°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 20 segundos
Dimensiones sonda	250 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766PE1, Sonda para usos generales

Sonda para usos generales y penetración.

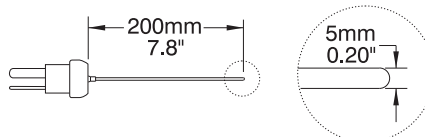


HI 766PE1

Uso	líquidos, aire y gas
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	155 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766PE2, Sonda para usos generales

Sonda para usos generales y penetración.



HI 766PE2

Uso	líquidos, aire y gas
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	200 mm; diámetro 5 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K con mango fijo, 1 metro de cable y miniconector

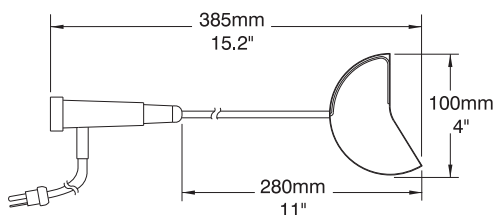


Las sondas HI 766, de la gama como mango fijo, están disponibles con vástagos de acero inoxidable de formas diversas, para facilitar la medida de la temperatura de diferentes superficies y materiales.

En ésta y en las próximas páginas se da a conocer toda la gama y el campo específico de aplicación de cada modelo.

HI 766A, sonda para superficies curvas

Sonda diseñada para la medida de la temperatura de superficies curvas.

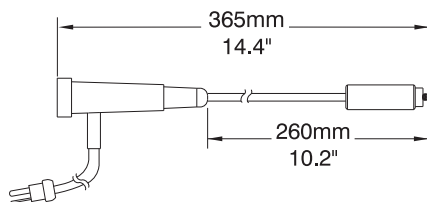


HI 766A

Uso	superficies convexas, rodillos
Temperatura máxima	320°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 7 segundos
Dimensiones sonda	280 mm
Vástago y superficie flexible	acero inoxidable

HI 766B, sonda para superficies

Sonda para la medida de la temperatura en superficies posicionadas a 180° respecto al termómetro



HI 766B

Uso	sólidos, hornos, moldes
Temperatura máxima	650°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 8 segundos
Dimensiones sonda	260 mm; diámetro 16 mm
Vástago	acero inoxidable



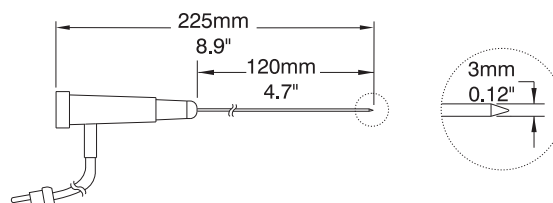
HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K con mango fijo, 1 metro de cable y miniconector



HI 766C

Sonda con punta especial para medida de la temperatura a través de la penetración en sustancias semi-sólidas

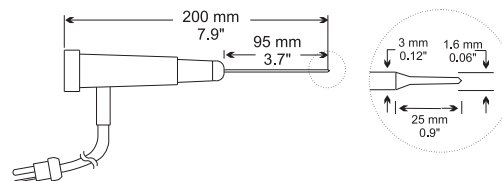


HI 766C

Uso	semi-sólidos, carne, goma
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 15 segundos
Dimensiones sonda	120 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766C1, sonda para penetración con respuesta rápida

Sonda para la medida de la temperatura mediante la penetración, con respuesta rápida.

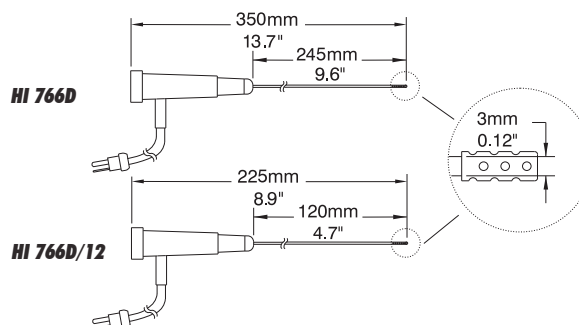


HI 766C1

Uso	semi-sólidos, productos alimentarios
Temperatura máxima	300°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 4 segundos
Dimensiones sonda	95 mm; diámetro 1.6 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766D y HI 766D/12, sondas para aire y gas

Sonda con punta especial para la medida de la temperatura del aire y de sustancias gaseosas.



HI 766D

HI 766D/12

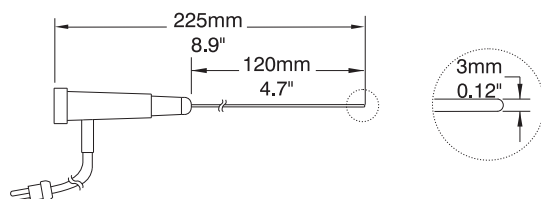
	HI 766D	HI 766D/12
Uso	aire y gas	aire y gas
Temperatura máxima	300°C	300°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 20 segundos	90% del valor final: 20 segundos
Dimensiones sonda	245 mm; diámetro 3 mm	120 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable	acero inoxidable

HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K con mango fijo, 1 metro de cable y miniconector

HI 766E1

Sonda para usos generales y penetración

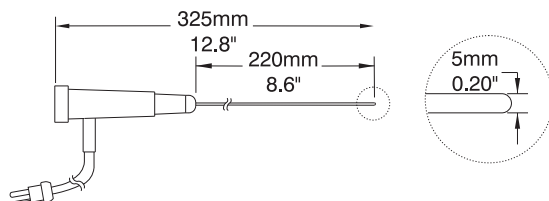


HI 766E1

Uso	líquidos, aire y gas, etc.
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	120 mm; diámetro 3 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766E2, sonda para usos generales

Sonda para usos generales, de penetración

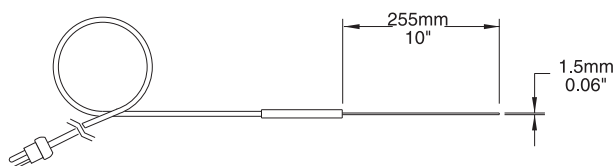


HI 766E2

Uso	líquidos, aire y gas, etc.
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	220 mm; diámetro 5 mm
Vástago	acero inoxidable

HI 766F

Sonda con funda flexible diseñada para la medida de altas temperaturas, sin mango.



HI 766F

Uso	altas temperaturas
Temperatura máxima	1100°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 4 segundos
Dimensiones sonda	255 mm; diámetro 1.5 mm
Vástago	acero inoxidable AISI 316 sin mango



HI 766: sondas termopar tipo K, especiales para diferentes aplicaciones

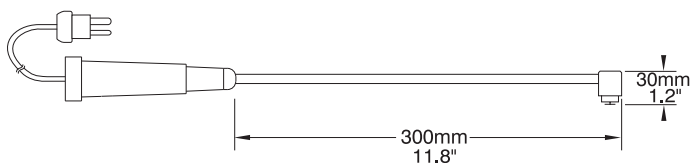


Estas sondas han sido diseñadas para asegurar un óptimo contacto con la superficie donde se debe medir la temperatura. Las sondas ilustradas a continuación, son idóneas para la medida de superficies con forma y dimensiones diferentes.

Es necesario que la temperatura del mango no supere nunca los 150°C, ya que esto podría dañar la sonda.

HI 766B1 Sonda para superficies a 90°

Sonda para la medida de la temperatura en superficies posicionadas a 90° respecto al termómetro.

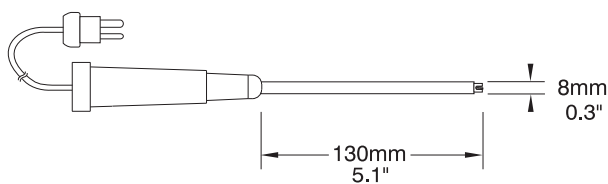


HI 766B1

Uso	superficies difíciles de alcanzar
Temperatura máxima	450°C
Tiempo de respuesta	63.2% F.R.: 8 segundos
Dimensiones sonda	300 mm;
Vástago	acero inoxidable
Sensor	de resorte

HI 766B2 Sonda para superficies curvas

Sonda diseñada para la medida de la temperatura de superficies curvas.



HI 766B2

Uso	sólidos, hornos, moldes
Temperatura máxima	900°C
Tiempo de respuesta	63.2% F.R.: 3 segundos
Dimensiones sonda	130 mm; diámetro 8 mm
Vástago	acero inoxidable
Sensor	de resorte

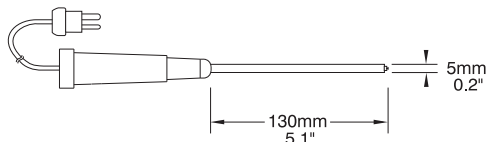


HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K especiales para diferentes aplicaciones

HI 766B3

Sonda diseñada para la medida de la temperatura en superficies pequeñas.

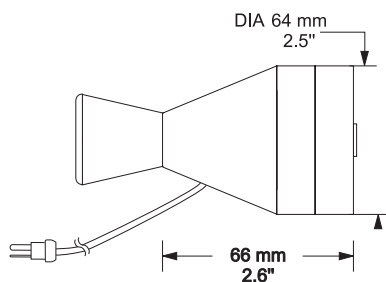


HI 766B3

Uso	superficies de pequeñas dimensiones
Temperatura máxima	200°C
Tiempo de respuesta	63.2% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	130 mm; diámetro 5 mm
Vástago	acero inoxidable aislado eléctricamente
Sensor	especial de resorte

HI 766B4 Sonda para parrillas con cable protegido

Sonda diseñada para la medida de la temperatura de planchas y parrillas.

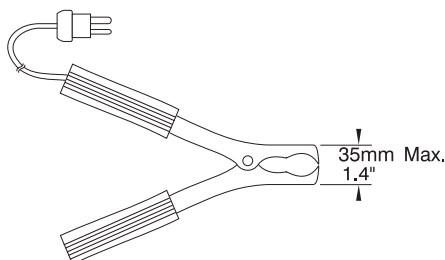


HI 766B4

Uso	parrillas para cocciones alimentarias
Temperatura máxima	250°C
Tiempo de respuesta	63.2% del valor final: 6 segundos
Dimensiones sonda	66 mm; diámetro 64 mm.
Sensor	superficie de contacto de Teflón®. Sensor de acero inoxidable HI 7664B4S (sustituible)
Cable	70 cm de longitud (protegido con una funda de acero inoxidable)

HI 766TV1 Sonda de pinza para tuberías

Sonda de pinza diseñada para la medida de la temperatura en tuberías.



HI 766TV1

Uso	tuberías
Temperatura máxima	200°C
Tiempo de respuesta	63.2% del valor final: 8 segundos
Diámetro apertura morsa	35 mm
Sensor	incorporado en la pinza

Teflón® es una marca registrada "du Pont de Nemours & Co."



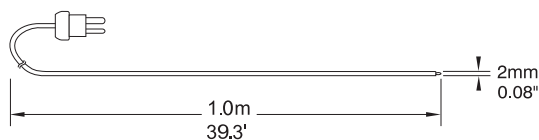
HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K, especiales para diferentes aplicaciones



HI 766F1

Sonda de cable diseñada para todas las medidas en lugares difíciles de alcanzar, sin mango.

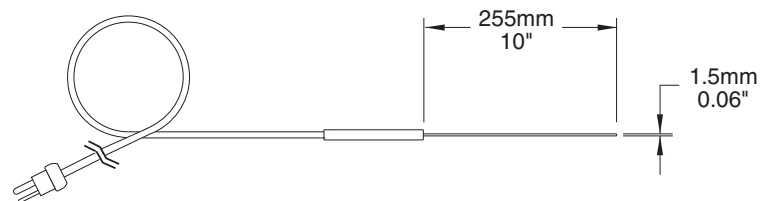


HI 766F1

Uso	lugares difíciles de alcanzar
Temperatura máxima	480°C
Tiempo de respuesta	63.2% del valor final: 1 segundo
Longitud filo	1000 mm
Dimensiones sonda	diámetro 2 mm
Sensor	con hilos descubiertos

HI 766Z

Sonda de cable diseñada para la medida de la temperatura de los hornos.

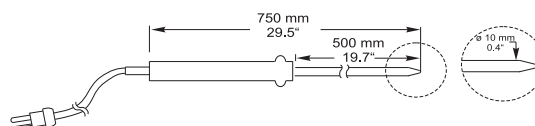


HI 766Z

Uso	hornos
Temperatura máxima	1100°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 4 segundos
Longitud filo	1.7 m
Dimensiones sonda	longitud de 255 mm; diámetro 1.5 mm
Sensor	acero inoxidable

HI 766TR1

Sondas con punta especial para la medida de la temperatura mediante la penetración en sustancias semi-sólidas.



HI 766TR1

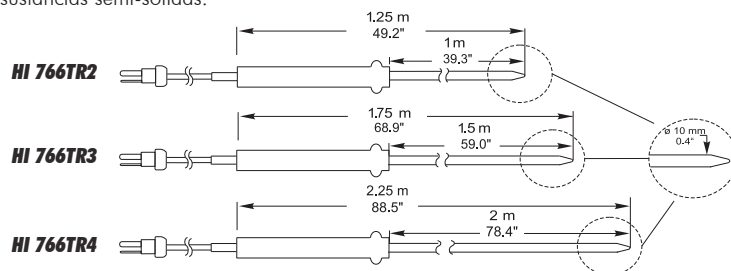
Uso	semi-sólidos, líquidos
Temperatura máxima	250°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 10 segundos
Dimensiones sonda	500 mm; diámetro 10 mm
Sensor	acero inoxidable

HI 766

HI 766: sondas termopar tipo K especiales para diferentes aplicaciones

HI 766TR2, HI 766TR3, HI 766TR4 sondas para penetración

Sonda con punta especial para la medida de la temperatura a través de la penetración en sustancias semi-sólidas.



HI 766TR2, HI 766TR3, HI 766TR4

Uso	semi-sólidos, líquidos
Temperatura máxima	250°C
Tiempo de respuesta	90% del valor final: 10 segundos
Longitud	HI 766TR2: 1 m / HI 766TR3: 1.5 m / HI 766TR4: 2 m
Vástago	acero inoxidable

HI 766: gama completa

HI 766A	sonda con mango fijo para superficies curvas; 1 m de cable	HI 766F	sonda con funda flexible para altas temperaturas
HI 766B	sonda con mango fijo para superficies; 1 m de cable	HI 766F1	sonda de cable; longitud 1 m
HI 766B1	sonda con mango fijo para superficies a 90°; 1 m de cable	HI 766PA	sonda sin mango para superficies curvas
HI 766B2	sonda con mango fijo para superficies; 1 m de cable	HI 766PB	sonda sin mango para superficies
HI 766B3	sonda con mango fijo para superficies reducidas; 1 m de cable	HI 766PC	sonda sin mango para penetración
HI 766B4	sonda para parrillas; 1 m de cable	HI 766PD	sonda sin mango para aire y gas
HI 766C	sonda con mango fijo para penetración; 1 m de cable	HI 766PE1	sonda sin mango para usos generales; longitud: 15.5 cm
HI 766C1	sonda con mango fijo para penetración, de respuesta rápida; 1 m de cable	HI 766PE2	sonda sin mango para usos generales; longitud: 20 cm
HI 766D	sonda con mango fijo para aire y gas; 1 m de cable y longitud 24.5 cm	HI 766TR1	sonda con mango fijo para penetración; longitud 0.50 m
HI 766D/12	sonda con mango fijo para aire y gas; longitud 12 cm	HI 766TR2	sonda con mango fijo para penetración; longitud 1 m
HI 766E1	sonda con mango fijo para usos generales; longitud 12 cm	HI 766TR3	sonda con mango fijo para penetración; longitud 1.5 m
HI 766E2	sonda con mango fijo para usos generales; longitud 22 cm	HI 766TR4	sonda con mango fijo para penetración; longitud 2 m
HI 766EX	cable extensible que prolonga de 1 m el cable incluido con las sondas. Dotado de 2 conectores en las extremidades (1 macho y 1 hembra). Es compatible con cualquier termómetro termopar tipo K.	HI 766TV1	sonda de pinza para tuberías; 1 m de cable
		HI 766Z	sonda de cable para hornos; longitud 1.7 m



E. Conductímetro Hanna HI 9033

HI 9033 • HI 9034

Instrumentos impermeables. Medidas de CE y TDS de campo, con compensación automática de la temperatura



HI 9033 y HI 9034 son los medidores de conductividad más usados en condiciones ambientales difíciles. Con carcasa impermeable y sonda robusta de PP (de dotación), estos instrumentos no temen a la humedad, polvo y salpicaduras de agua, típicas de las medidas realizadas tanto al aire libre como en los ambientes industriales. Ambos modelos, gracias a los amplios rangos de medida, son idóneos para medidas de cualquier tipo de muestra, desde agua desionizada hasta salmuera, siempre con la misma sonda y sin tener que recalibrar al pasar de un rango al otro. El rango de medida deseado se selecciona apretando un botón.

El HI 9033, con 4 rangos de conductividad, y el HI 9034 con 3 rangos para TDS (sólidos totales disueltos) constituyen una óptima elección para cada tipo de aplicación, por ejemplo, tratamiento de las aguas primarias y secundarias, termo-hidráulica, osmosis inversa, controles ambientales.

HI 9033 y HI 9034 están dotados de compensación automática de la temperatura, gracias al sensor interno de la sonda. Una señal en la pantalla advierte al usuario en el momento que se debe sustituir la pila.



Especificaciones

	HI 9033	HI 9034
Rango	de 0.0 a 199.9 μ S/cm; de 0 a 1999 μ S/cm; de 0.00 a 19.99 mS/cm; de 0.0 a 199.9 mS/cm	de 0.0 a 199.9 mg/L; de 0 a 1999 mg/L; de 0.00 a 19.99 g/L
Resolución	0.1 μ S/cm; 1 μ S/cm; 0.01 mS/cm; 0.1 mS/cm	0.1 mg/L; 1 mg/L; 0.01 g/L
Precisión (a 20°C)	$\pm 1\%$ F.R. (excluido error de la sonda)	
Calibración	manual en 1 punto	
Compensación temperatura	automática de 10 a 50°C con $B = 2\%/^{\circ}\text{C}$	
Sonda	HI 76302W, sensor de temperatura, cable 1 m (incluida)	
Tipo pila / duración	1 x 9V / aprox. 100 horas de uso continuo	
Condiciones de trabajo	de 0 a 50°C; H.R. máx. 100%	
Dimensiones	196 x 80 x 60 mm	
Peso	425 g	

Como pedir

HI 9033 se suministra completo con la sonda HI 76302W con sensor de temperatura y 1 m de cable, destornillador de calibración, pila, malestín robusto e instrucciones.

HI 9034 se suministra completo con la sonda HI 76302W con sensor de temperatura y 1 m de cable, destornillador de calibración, pila, malestín robusto e instrucciones.

Accesorios

HI 76302W	Sonda de conductividad de 4 anillos	HI 7033L	Solución calibración 84 μ S/cm, botella 500 ml
HI 721317	Maletín robusto de transporte	HI 7034L	Solución calibración 80000 μ S/cm, botella 500 ml
HI 7030L	Solución calibración 12880 μ S/cm, botella 500 ml	HI 7035L	Solución calibración 111800 μ S/cm, botella 500 ml
HI 7031L	Solución calibración 1413 μ S/cm, botella 500 ml	HI 7036L	Solución calibración 12.41 ppt (g/L), botella 500 ml
HI 7032L	Solución calibración 1382 ppm (mg/L), botella 500 ml		

Para la gama completa de soluciones CE, consulte la sección F. Para otros accesorios, consulte la sección U.

serie HI9816x

Tres modelos diseñados para los profesionales de la alimentación

- Equipo de campo con prestaciones de laboratorio
- Robusto, diseñado para aplicaciones industriales
- Impermeable IP67, equipo y conector, preparado para salas con elevada humedad
- Sondas con sensor de temperatura y compensación automática
- Registro de dato salida mediante cable usb incluido
- Se suministra con maletín completo, convertible en mesa de trabajo en cualquier lugar
- Electrodo y soluciones específicas para productos alimenticios

pHmetro de penetración en productos semisólidos

HI 98161

- Cuerpo de PVDF, material apto para uso alimentario de alta resistencia química y mecánica
- Membrana cónica, facilita la introducción en productos semisólidos y permite una amplia área de contacto
- Vidrio LT apto para medidas de pH en temperaturas de refrigeración
- Unión abierta, evita obturaciones y permite lecturas rápidas y estables
- Electrolito gel de bajo mantenimiento y libre de plata evitando contaminaciones
- Electrodo FC 2023



Last pH cal	Buffer [pH]
Date: 2006/02/02	8.00x
Time: 16:08:25	4.01
Cal Expire: Disabled	7.01
Offset: -1.4mV	
Average Slope: 99.3%	

Datos GLP incluyendo fecha, hora, offset y pendiente.

Pantalla SetUp: menú con opciones configurables.

Setup [pH]
View Calibration Points
Out of Cal. Range Warning
Temperature Unit
Backlight
°F

Rango	-2,0a 20,0pH -2,00 a 20,00pH -2,000 a 20,000pH
Resolución	0,1pH, 0,01pH, 0,001pH
Calibración	hasta 5 puntos con 7 tampones estándar y 5 de usuario
Registro	200 muestras (100 pH / 100 mV)
Indicación de la pendiente	30 - 110 %
Conexión a PC	cable USB y software HI 92000



pHmetro de penetración con electrodo de vidrio

HI 98164

- Cuerpo de vidrio, alta resistencia química
- Fácil limpieza, sin juntas de unión, ni zonas de acumulación de producto
- Alcanza rápidamente la temperatura de la muestra
- Membrana cónica, facilita la introducción en productos semisólidos y permite una amplia área de contacto
- Unión abierta, evita obturaciones y permite lecturas rápidas y estables
- Electrolito gel de bajo mantenimiento y libre de plata evitando contaminaciones
- Electrodo FC 2133



pHmetro de penetración con cuchilla

HI 98163

- Diseñado con cuchilla de acero inoxidable que protege la membrana sensible y facilita la entrada en productos sólidos como carne, pescado, quesos maduros, semicongelados, etc.
- Medida de pH directa sin preparación previa de la muestra
- Cuerpo de PVDF, material apto para uso alimentario de alta resistencia química y mecánica
- Vidrio LT apto para medidas de pH en temperaturas de refrigeración
Unión abierta, evita obturaciones y permite lecturas rápidas y estables
- Electrodo FC 2323



HI719 • HI720
Magnesium and
Calcium Hardness

Handheld Colorimeters

- Easier to use and more accurate than chemical test kits
- Dedicated to a single parameter
- Small size, big convenience
- Ideal for:
 - Water purification systems
 - Heating and cooling systems
 - Drinking water
 - Wastewater

The HI719 Checker®HC is a simple, accurate, and cost effective way to measure magnesium hardness. The HI720 Checker®HC is a simple, accurate, and cost effective way to measure calcium hardness.

The HI719 uses an adaptation of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edition, EDTA colorimetric method. The reaction between magnesium and reagents causes a reddish-violet tint in the sample.

The HI720 uses an adaptation of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edition, Calmagite method. The reaction between calcium and reagents causes a reddish-violet tint in the sample.

Specifications	HI719 (Magnesium Hardness)	HI720 (Calcium Hardness)
Range	0.00 to 2.00 ppm	0.00 to 2.70 ppm
Resolution	0.01 ppm	0.01 ppm
Accuracy @ 25°C/77°F	± 0.20 ppm ± 5% of reading	± 0.20 ppm ± 5% of reading
Light Source	LED @ 525 nm	
Light Detector	Silicon photocell	
Environment	0 to 50°C (32 to 122°F); RH max 95% non-condensing	
Battery Type	(1) 1.5V AAA	
Auto-off	after ten minutes of non-use	
Dimensions	81.5 x 61 x 37.5 mm (3.2 x 2.4 x 1.5")	
Weight	64 g (2.25 oz.)	
Method	adaptation of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edition, EDTA colorimetric method. The reaction between magnesium and reagents causes a reddish-violet tint in the sample	adaptation of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edition, Calmagite method. The reaction between calcium and reagents causes a reddish-violet tint in the sample
Ordering Information	HI719 Checker®HC is supplied with sample cuvettes with caps (2), magnesium hardness reagent starter kit (reagents for 25 tests), syringes with tips (2), plastic beaker, battery, instructions and quick start guide. HI720 Checker®HC is supplied with sample cuvettes with caps (2), calcium hardness reagent starter kit (reagents for 25 tests), syringes with tips (2), plastic beaker, battery, instructions and quick start guide.	

See a list of Checker® reagents and accessories on page 1.24

NUEVO

H. Test Digital Alcalinitat Hanna HI 775

HANNA
instruments

familia de CHECKERS DIGITALES HANNA

pequeños en tamaño, GRANDES EN PRECISIÓN



Nuestra familia de CHECKERS

Parámetro	Modelo	Rango	Resolución	Método	Reactivo
alcalinidad	HI775	0 a 300 ppm	1 ppm	Colorimétrico	HI775-25
alcalinidad agua marina	HI755	0 a 300 ppm	1 ppm	Colorimétrico	HI755-26
amonio rango alto	HI733	0 a 99,9 ppm	0,01 ppm	Adaptación método Nessler	HI733-25
amonio rango medio	HI715	0 a 9,99 ppm	0,01 ppm	Adaptación método Nessler	HI715-25
amonio rango bajo	HI700	0 a 3,00 ppm	0,01 ppm	Adaptación método Nessler	HI700-25
bromo	HI716	0 a 8,00 ppm	0,1 ppm	Adaptación método DPD	HI93716-01
calcio agua marina	HI758	200 a 600 ppm	1 ppm	Adaptación método Zincón	HI758-26
cloro libre	HI701	0 a 2,50 ppm	0,01 ppm	Adaptación método DPD	HI93701F (líquido) HI93701-01 (polvo)
cloro rango ultra alto	HI771	0 a 500 ppm	1 ppm	Adaptación método normalizado	HI95771-01
cloro total	HI711	0 a 3,50 ppm	0,01 ppm	Adaptación método DPD	HI93701T (líquido) HI93711-01 (polvo)
color del agua	HI727	0 a 500 PCU	5 PCU	Adaptación método colorimétrico PtCo	-----



www.hanna.es



Nuestra familia de CHECKERS

Parámetro	Modelo	Rango	Resolución	Método	Reactivo
cromo VI rango alto	HI723	0 a 999 ppb	1 ppb	Adaptación método Difenilcarbazida	HI723-25
fluoruros rango alto	HI739	0 a 20,0 ppm	0,1 ppm	Adaptación método SFADNS	HI739-26
fluoruros rango bajo	HI729	0 a 2,00 ppm	0,01 ppm	Adaptación método SFADNS	HI729-26
fosfatos rango alto	HI717	0 a 30,0 ppm	0,1 ppm	Adaptación método Aminoácido	HI717-25
fosfatos rango bajo	HI713	0 a 2,50 ppm	0,01 ppm	Adaptación mét. ácido Ascórbico	HI713-25
fósforo rango alto	HI706	0 a 15,0 ppm	0,1 ppm	Adaptación método Aminoácido	HI706-25
fósforo rango ultra bajo agua marina	HI736	0 a 200 ppb	1 ppb	Adaptación mét. ácido Ascórbico	HI736-25
hierro rango alto	HI721	0 a 5,00 ppm	0,01 ppm	Adaptación método Fenantrolina	HI93721-01
níquel rango alto	HI726	0 a 7,00 g/L	0,01 g/L	Adaptación método Fotométrico	HI726-25
nitritos rango alto	HI708	0 a 150 ppm	1 ppm	Adaptación método Sulfato Ferroso	HI708-25
nitritos rango ultra bajo agua marina	HI764	0 a 200 ppb	1 ppb	Adaptación método diazotización	HI764-25
nitritos rango bajo	HI707	0 a 600 ppb	1 ppb	Adaptación método diazotización	HI707-25
sílice rango alto	HI770	0 a 200 ppm	1 ppm	Adaptación método normalizado	HI770-25
sílice rango bajo	HI705	0 a 2,00 ppm	0,01 ppm	Adaptaciónmét. azul heteropoli	HI705-25
yodo	HI718	0 a 12,5 ppm	0,1 ppm	Adaptación método DPD	HI718-25



www.hanna.es

En 4 pasos



Poner a cero el Checker con su muestra de agua.



Añadir el reactivo, en polvo o líquido a la muestra de agua.



Introducir el vial en el Checker.



Presionar el botón y leer los resultados. ¡Así de sencillo!

Información para pedidos

ACCESORIOS

- HI 731318** (4) Paños para secar cubetas
- HI 731321** (4) Cubetas de vidrio
- HI 731353** (4) Tapas para cubetas
- HI 93703-50** Solución de limpieza, 230 ml

CÓMO SE SUMINISTRA

Se suministran con cubetas con tapa transparente, sobres de reactivo, pila e instrucciones.

Multiparameter Waterproof Meter

pH / mV, ORP, EC, TDS,
Resistivity, Salinity, Seawater σ ,
Dissolved Oxygen, Atmospheric
Pressure and Temperature

- **Waterproof**
 - IP67 rated waterproof, rugged enclosure for meter, IP68 for probe
- **Digital probe**
 - Digital probe with three connections for pH (ORP), EC and DO sensors and integral temperature sensor
- **Color coded, field replaceable sensors**
- **Auto-sensor recognition**
- **Quick calibration feature**
- **Automatic temperature compensation**
- **Automatic logging**
 - Store up to 45,000 samples
- **Log-on-demand**
 - Store measurement data at the press of a button
- **GLP**
 - GLP data provides data from previous five calibrations to ensure Good Laboratory Practices are met
- **Dedicated help key**
 - On-screen context specific help is readily available at the press of a button
- **Backlit LCD display with multifunction virtual keys**
- **Intuitive keypad**
 - Hard and virtual soft keys
- **Connectivity**
 - PC connectivity via opto-isolated micro-USB with Hanna software
- **Up to 360 hours of battery life**
 - Powered by (4) 1.5V AA batteries



- **Quick Connect Probe**
 - Built in barometer for DO concentration in meter



For Universal Applications

HI98184 provides multiparameter measurement in a compact and rugged, IP67 waterproof enclosure. Ideal for demanding applications, each meter features our rugged, quick connect multi-function probe with field replaceable sensors.

A backlit, graphic LCD provides easy to read resolution even in low-lit areas. A combination of dedicated and soft keys allows easy, intuitive operation in a choice of languages.

Data Logging

The HI98194 allows users to store up to 45,000 continuous or log-on-demand samples with logging intervals from one second to three hours. Logged data can be later transferred to a PC with the HI920015 micro USB cable and Hanna software.

Dedicated help button

The contextual Help Menu can be accessed to obtain on-screen information and assistance about each feature at the touch of a button.

Quick connect probe

The HI7698194 probe features a quick connect DIN connector to make attaching and removing the probe simple and easy.

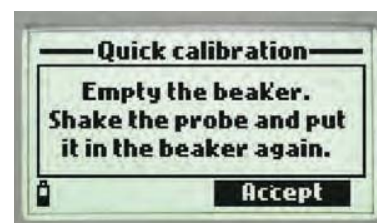


HI9828-25 "Quick Calibration" solution

- **Field Ready with quick calibration solution**
 - Standardize pH and conductivity with one calibration solution
 - Simply screw the calibration beaker filled with HI 9828-25 (500 mL) or HI9828-27 (1 gallon) solution onto the probe, select "Quick calibration" from the menu and press OK. Individual calibration may also be performed using multiple calibration points



- **Setup**
 - Extensive setup screen features



- **Guides**
 - On screen guides are displayed to help you while performing procedures such as calibration



- **rugged carrying case with custom thermoformed insert included**

pH Specific Features

- **Calibration**
 - Up to a three point calibration with five standard buffers and one custom buffer available

EC/TDS/Resistivity Specific Features

- **Calibration**
 - Single point calibration from six standards (84 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1.413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 5.00 mS/cm , 12.88 mS/cm , 80 mS/cm , 111.8 mS/cm or custom point)
- **Temperature compensation**
 - Automatic Temperature Compensation
 - Configurable temperature coefficient range from 0.00 to 6.00%/°C
 - Choice of reference temperatures at 20 or 25°C
 - Absolute conductivity can be displayed along with the temperature compensated value
- **Autoranging**
- **Salinity readings**
 - Practical Salinity Scale (PSU) based on conductivity calibration

Dissolved Oxygen Specific Features

- **Choice of units**
 - Display units in % saturation or mg/L (ppm)
- **Salinity compensation for concentration**
- **Pressure compensation for concentration**
 - Built-in barometer with user-selectable units (mmHg, inHg, atm, psi, kPa, mbar)
- **Temperature compensation**
- **Polarization**
 - Automatic polarization of probe at startup
- **Membrane caps**
 - Ready-to-use HDPE pre-tensioned membrane caps are easy to replace



Probe Specifications

HI7698194

Sensor inputs	3 (pH, DO, EC)	
Sample Environment	Fresh, brackish, seawater	
waterproof Protection	IP68	
Operating Temperature	-5 to 55°C	
Storage Temperature	-20 to 70°C	
Maximum Depth	20 m (66')	
Dimensions (without cable)	342 mm (13.5"); 46 mm (1.8") dia	
Weight (without batteries and sensors)	570 g (20.1 oz.)	
Cable specification	Multistrand-multiconductor shielded cable with internal strength member rated for 68 kg (150 lb.) intermittent use.	
Wetted Materials	Body	ABS
	Threads	Nylon
	Shield	ABS / 316 SS
	Temperature Probe	316 SS
	O-rings	EPDM

Multi-function Sensor

- **Quick sensor replacement**
 - Sensor replacement is quick and easy with field replaceable, screw type connectors and are color coded for easy identification. The these meters automatically recognize sensors



Sensor Specifications		HI7698194-0	HI7698194-1	HI7698194-3	HI7698194-2
Description		pH sensor	pH/ORP sensor	EC sensor	DO sensor
Measurement Type		pH, mV (pH)	pH, mV (pH/ORP)	EC	DO (% saturation and concentration)
Measurement Range		0.00 to 13.00 pH; ± 600.0 mV	0.00 to 13.00 pH; ± 600.0 mV; ± 2000.0 mV	0.0 to 200.0 mS/cm; 0.0 to 400 mS/cm (absolute)	0.0 to 500.0 %; 0.00 to 50.00 mg/L
Temperature Range		-5 to 55°C	-5 to 55°C	-5 to 55°C	-5 to 55°C
Color Code		red	red	blue	white
Materials	Tip	glass (pH)	glass (pH); Pt (ORP)	Stainless steel electrodes AISI 316	Cat/An: Ag/Zn
	Junction	ceramic	ceramic		Membrane: HDPE
	Body	PEI	PEI	ABS/epoxy	white top ABS
	Electrolyte	gel	gel		
	Reference	double	double		
Maintenance solution		HI70300 (storage solution)	HI70300 (storage solution)	none	HI7042S (DO electrolyte)
Dimensions		118 x 15 mm	118 x 15 mm	111 x 17 mm	99 x 17 mm
Depth		20 m (65')	20 m (65')	20 m (65')	20 m (65')

Specifications		HI98194
pH / mV	Range	0.00 to 14.00 pH / ± 600.0 mV
	Resolution	0.01 pH / 0.1 mV
	Accuracy	± 0.02 pH / ± 0.5 mV
	Calibration	automatic one, two, or three points with automatic recognition of five standard buffers (pH 4.01, 6.86, 7.01, 9.18, 10.01) or one custom buffer
ORP	Range	± 2000.0 mV
	Resolution	0.1 mV
	Accuracy	± 1.0 mV
	Calibration	automatic at one custom point (relative mV)
EC	Range	0 to 200 mS/cm (absolute EC up to 400 mS/cm)
	Resolution	manual: 1 μ S/cm; 0.001 mS/cm; 0.01 mS/cm; 0.1 mS/cm; 1 mS/cm; automatic: 1 μ S/cm from 0 to 9999 μ S/cm; 0.01 mS/cm from 10.00 to 99.99 mS/cm; 0.1 mS/cm from 100.0 to 400.0 mS/cm; automatic mS/cm: 0.001 mS/cm from 0.000 to 9.999 mS/cm; 0.01 mS/cm from 10.00 to 99.99 mS/cm; 0.1 mS/cm from 100.0 to 400.0 mS/cm
	Accuracy	$\pm 1\%$ of reading or ± 1 μ S/cm whichever is greater
	Calibration	automatic single point, with six standard solutions (84 μ S/cm, 1413 μ S/cm, 5.00 mS/cm, 12.88 mS/cm, 80.0 mS/cm, 111.8 mS/cm) or custom point
TDS	Range	0 to 400000 ppm (mg/L) (the maximum value depends on the TDS factor)
	Resolution	manual: 1 ppm (mg/L); 0.001 ppt (g/L); 0.01 ppt (g/L); 0.1 ppt (g/L); 1 ppt (g/L); automatic: 1 ppm (mg/L) from 0 to 9999 ppm (mg/L); 0.01 ppt (g/L) from 10.00 to 99.99 ppt (g/L); 0.1 ppt (g/L) from 100.0 to 400.0 ppt (g/L); automatic ppt (g/L): 0.001 ppt (g/L) from 0.000 to 9.999 ppt (g/L); 0.01 ppt (g/L) from 10.00 to 99.99 ppt (g/L); 0.1 ppt (g/L) from 100.0 to 400.0 ppt (g/L)
	Accuracy	$\pm 1\%$ of reading or ± 1 ppm (mg/L) whichever is greater
	Calibration	based on conductivity or salinity calibration
Resistivity	Range	0 to 999999 $\Omega \cdot \text{cm}$; 0 to 1000.0 k $\Omega \cdot \text{cm}$; 0 to 1.0000 M $\Omega \cdot \text{cm}$
	Resolution	dependent on resistivity reading
	Calibration	Based on conductivity or salinity calibration
Salinity	Range	0.00 to 70.00 PSU
	Resolution	0.01 PSU
	Accuracy	$\pm 2\%$ of reading or ± 0.01 PSU whichever is greater
	Calibration	based on conductivity calibration
Seawater σ	Range	0.0 to 50.0 σ_t , σ_0 , σ_{15}
	Resolution	0.1 σ_t , σ_0 , σ_{15}
	Accuracy	± 1 σ_t , σ_0 , σ_{15}
	Calibration	based on conductivity or salinity calibration
Dissolved Oxygen	Range	0.0 to 500.0%; 0.00 to 50.00 ppm (mg/L)
	Resolution	0.1%; 0.01 ppm (mg/L)
	Accuracy	0.0 to 300.0%; $\pm 1.5\%$ of reading or $\pm 1.0\%$ whichever is greater; 300.0 to 500.0%; $\pm 3\%$ of reading; 0.00 to 30.00 ppm (mg/L); $\pm 1.5\%$ of reading or ± 0.10 ppm (mg/L), whichever is greater; 30.00 ppm (mg/L) to 50.00 ppm (mg/L); $\pm 3\%$ of reading
	Calibration	automatic one or two points at 0, 100% or one custom point
Atmospheric Pressure	Range	450 to 850 mm Hg; 17.72 to 33.46 in Hg; 600.0 to 1133.2 mbar; 8.702 to 16.436 psi; 0.5921 to 1.1184 atm; 60.00 to 113.32 kPa
	Resolution	0.1 mm Hg; 0.01 in Hg; 0.1 mbar; 0.001 psi; 0.0001 atm; 0.01 kPa
	Accuracy	± 3 mm Hg within $\pm 15^\circ\text{C}$ from the temperature during calibration
	Calibration	automatic at one custom point
Temperature	Range	-5.00 to 55.00°C ; 23.00 to 131.00°F ; 268.15 to 328.15K
	Resolution	0.01 $^\circ\text{C}$; 0.01 $^\circ\text{F}$; 0.01K
	Accuracy	$\pm 0.15^\circ\text{C}$; $\pm 0.27^\circ\text{F}$; $\pm 0.15\text{K}$
	Calibration	Automatic at one custom point
Additional Specifications	Temperature Compensation	automatic from -5 to 55°C (23 to 131°F)
	Logging Memory	45,000 records (continuous logging or log-on-demand of all parameters)
	Logging Interval	one second to three hours
	PC Connectivity	via USB (with Hanna PC software)
	Environment	0 to 50°C (32 to 122°F); RH 100% IP67
	Battery Type / Life	1.5V AA batteries (4) / approximately 360 hours of continuous use without backlight (50 hours with backlight)
Ordering Information	Dimensions / Weight	185 x 93 x 35.2 mm (7.3 x 3.6 x 1.4") / 400 g (14.2 oz.)
		HI98194 is supplied with HI7698194 probe, HI7698194-0 pH sensor, HI7698194-3 EC sensor and HI7698194-2 DO sensor, Hanna PC software, HI920015 micro USB cable, 1.5V AA batteries (4), instruction manual, quick start guide, quality certificate and rugged carrying case with custom thermoformed insert.

Oxígeno disuelto, ozono, fenoles



HI 3810 - Oxígeno disuelto



HI 38054 - Determinación del ozono

Parámetro	Código	Método de análisis	Rango*	Incremento mínimo	Método químico	Número de tests	Peso
Oxígeno disuelto	HI 3810	Titulación	0.0-10.0 mg/L	0.1 mg/L	Winkler modificado	110 aprox.	910 g
Ozono	HI 38054	Checker® disc	0.0-2.3 mg/L	0.1 mg/L	DPD	100	966 g
Fenoles	HI 3864	Checker® disc	0.00-1.00 mg/L 0.5-5.0 mg/L	0.02 mg/L 0.1 mg/L	Aminoantipirina	100	573 g

* 1 mg/L = 1 ppm

Oxígeno disuelto

En las aguas superficiales, la presencia de oxígeno disuelto es esencial para mantener la vida de los ecosistemas.

En la industria, la concentración de oxígeno disuelto va monitorizada tanto en el tratamiento de aguas residuales como en las plantas de calefacción. El Kit HANNA instruments® permite determinar cuidadosamente la concentración de oxígeno disuelto en el agua por medio de una titulación con una adaptación del método Winkler.

Ozono

El ozono es un agente oxidante y un germicida. Se usa para la oxidación de las sustancias orgánicas, que pueden ser causa del olor y color del agua potable. El ozono se usa cada vez más como agente desinfectante debido a su elevado potencial oxidante:

Agente oxidante	Potencial oxidante
Ozono	2.07
Peróxido de hidrógeno	1.77
Permanganato	1.67
Bióxido de cloro	1.57
Hipoclorito	1.49
Bromo	1.09
Yodo	0.54

Gracias a esta característica, el ozono tiene la ventaja de reducir el tiempo que normalmente se requiere para la desinfección. El ozono es peligroso para la salud humana (dependiendo de la concentración y tiempo de exposición), por lo que, aquellas plantas que usan este agente esterilizante (piscinas, acueductos, producción de agua mineral), normalmente tienen que aplicar un proceso de desozonización, al final del proceso de esterilización. El ozono se usa extensamente en el proceso de osmosis inversa.

Fenoles

Los Fenoles se usan de forma generalizada en la industria química y farmacéutica. También se usan como agentes colorantes, indicadores y desinfectantes. Los fenoles pueden encontrarse tanto en desechos industriales como en las aguas naturales y municipales. La cloración de estas aguas lleva a la formación de cloro-fenoles que dan al agua un olor desagradable.

Para los reactivos y los accesorios de repuesto, consulte las secciones V y U

Electrodos | Soluciones | Equipos de medición

Mediciones con **ION SELECTIVO**

 **HANNA**[®]
instruments
With Great Products, Come Great Results[™]

Tipos de electrodos ISE

Los electrodos de ión selectivo de **HANNA** pueden ser agrupados en tres categorías basadas en su construcción.



Electrodos de Estado Sólido

están disponibles en medias celdas simples o como combinación de electrodos completos con electrodo de referencia. Estos electrodos incorporan una superficie sensible sólida hecha de haluro de plata o material cristalino sólido. La oferta de **HANNA** incluye sensores de determinación de bromuro, cloro, yodo, cobre (+2), cianuro, flúor, iones de plata y plomo. Su estructura fortalecida asegura una duración prolongada.

Teoría: Un electrodo de estado sólido desarrolla un voltaje debido al intercambio de iones que tiene lugar entre la muestra y la membrana inorgánica. Se produce un mecanismo de equilibrio debido a la limitada solubilidad del material de la membrana en la muestra.



Electrodos de Membrana Líquida

están disponibles en medias celdas simples o como combinación de electrodos completos con electrodo de referencia. La superficie sensible de estos electrodos está construida de una matriz de polímero homogénea que contiene cambiadores de ión selectivo para un determinado ión. Estos sensores incorporan módulos de membranas fácilmente reemplazables y están disponibles para mediciones de nitratos, potasio y calcio.

Teoría: El electrodo de potasio fue uno de los primeros sensores de membrana líquida desarrollado. La membrana tiene usualmente forma de disco delgado de PVC impregnado con el antibiótico valinomicina. El cambiador, también llamado ionóforo, es una estructura circular que fija los iones de potasio con un mecanismo similar al de una cerradura y una llave. Este tipo de membrana no es tan dura como las del tipo sólido, por lo que están diseñados para un fácil reemplazamiento del módulo activo.



Sensores de Gas

son una combinación de electrodos que detectan gases en una solución. Estos electrodos no necesitan electrodo de referencia. El elemento sensor se separa de la muestra por una membrana permeable al gas.

HANNA ofrece el electrodo HI 4101 para amonio y el electrodo HI 4105 para dióxido de carbono.

Teoría: Un sensor de gas trabaja debido a la presión parcial del gas medido en la solución. El gas disuelto en la muestra se difunde en la membrana y cambia el pH en una pequeña película de electrolito sin neutralizar en la superficie del sensor de pH interno. La difusión continúa hasta que la presión parcial de la muestra y la película delgada es la misma. El cambio del pH es proporcional al gas disuelto en la muestra.

Ioduro • Plomo/Sulfato • Nitratos



PARÁMETRO	IODURO		PLOMO/SULFATO		NITRATOS	
Código	HI 4011	HI 4111	HI 4012	HI 4112	HI 4013	HI 4113
Tipo	Semi-cámara; Estado Sólido	Combinado; Estado Sólido	Semi-cámara; Estado Sólido	Combinado; Estado Sólido	Semi-cámara; Polímero	Combinado; Polímero
Rango de Medición	1M a 1×10^{-7} M 127000 a 0.01 ppm	1M a 1×10^{-7} M 127000 a 0.01 ppm	0.1M a 1×10^{-6} M 20700 a 0.21 ppm	0.1M a 1×10^{-6} M 20700 a 0.21 ppm	1M a 1×10^{-5} M 6200 a 62 ppm	1M a 1×10^{-5} M 6200 a 62 ppm
Rango óptimo de pH	2 a 13	2 a 13	4 a 7	4 a 7	2.5 a 11	2.5 a 11
Rango de temperatura	0 a 80°C	0 a 80°C	0 a 80°C	0 a 80°C	0 a 40°C	0 a 40°C
Pendiente aproximado	-56	-56	+25	+25	-56	-56
Cuerpo O.D.	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Longitud Inserción	120 mm	120 mm	120 mm	120 mm	120 mm	120 mm
Material del cuerpo	Epoxy	PEI/PVC	Epoxy	PEI	PVC	PEI/PVC
Cable	1m coaxial	1m coaxial	1m coaxial	1m coaxial	1m coaxial	1m coaxial
Conector	BNC	BNC	BNC	BNC	BNC	BNC
Aplicaciones posibles	Determinación de iones libres de iodo en muestras de alimentos emulsiones (sal iodada) plantas y para valoraciones.	Determinación de iones libres de iodo en muestras de alimentos emulsiones (sal iodada) plantas y para valoraciones.	Determinación de iones de plomo en baños de galvanoplastia y como indicador para valoraciones.	Determinación de iones de plomo en baños de galvanoplastia y como indicador para valoraciones.	Determinación del nitrato libre en las aguas naturales (frescas y mar), en muestras de alimentos (emulsiones) y plantas.	Determinación del nitrato libre en las aguas naturales (frescas y mar), en muestras de alimentos (emulsiones) y plantas.

L. Espectrofotòmetre de fosfats Hanna HI 96717



Phosphates are particularly important for the growth and development of plant roots, and hence are one of the most common fertilizers used in agriculture.

In addition, phosphates are usually utilized in detergents and are needed, in small quantities, for heating systems. However, high concentrations of phosphates can cause environmental pollution: they are for example a primary cause of eutrophication.

For these reasons, it is necessary to closely monitor the phosphate levels present in both civil and industrial waste water.

28

HI 96713 Phosphate (LR) HI 96717 Phosphate (HR)

SPECIFICATIONS	HI 96713	HI 96717
Range	0.00 to 2.50 mg/L	0.0 to 30.0 mg/L
Resolution	0.01 mg/L	0.1 mg/L
Precision	±0.04 mg/L ±4% of reading	±1 mg/L ±4% of reading
Light Source	Tungsten lamp	
Light Detector	Silicon photocell with narrow band interference filter @ 610 nm	Silicon photocell with narrow band interference filter @ 525 nm
Method	Adaptation of the ascorbic acid method.	Adaptation of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed.

ORDERING INFORMATION

HI 96713 and **HI 96717** are supplied with (2) sample cuvettes with caps, 9V battery and instructions.

HI 96713C and **HI 96717C** are supplied with a hard carrying case, (2) sample cuvettes with caps, 9V battery, cuvette cleaning cloth, scissors and instructions.

CAL CHECK™ standards and reagents sold separately.

REAGENTS AND STANDARDS

For HI 96713

HI 96713-11 CAL CHECK™ standard cuvettes

HI 93713-01 Reagents for 100 tests (PO_4^{3-} LR)

HI 93713-03 Reagents for 300 tests (PO_4^{3-} LR)

For HI 96717

HI 95717-11 CAL CHECK™ standard cuvettes

HI 93717-01 Reagents for 100 tests (PO_4^{3-} HR)

HI 93717-03 Reagents for 300 tests (PO_4^{3-} HR)

M. Ampolla amb tap Oxitop

Medición de DBO

Medición de agotamiento

La demanda bioquímica de oxígeno

Determinación de la DBO según EN 1899-1 y 1899-2 y para el autocontrol

El valor de la demanda bioquímica de oxígeno es un parámetro importante para la administración de recursos acuíferos. Éste es un indicador de la calidad del agua y del poder de purificación de las etapas biológicas de depuración de aguas residuales. Además resulta imprescindible para planificar y dimensionar plantas de tratamiento de aguas residuales.

En procesos de rutina la determinación de la DBO se utiliza para controlar las entradas y descargas de aguas residuales en plantas de tratamiento. Dependiendo del punto de medición y del tipo de agua, el valor DBO puede variar entre unos pocos mg/l y varias decenas de miles de mg/l. Para llevar a cabo la medición existen distintos métodos.

Para estos métodos, WTW ofrece distintos sistemas de medición.

Según el "método por dilución", el valor DBO se obtiene de la diferencia de 2 mediciones de oxígeno disuelto mediante una sonda de oxígeno, antes y después de un período de incubación de 5 días. Este es el método oficial de la EPA. En la "medición de DBO por autocontrol" con el medidor de respiración la disminución del oxígeno produce una modificación definida de la presión que se mide mediante un sensor de presión. Este método de determinación es muy fácil de llevar a cabo y es un método práctico.

Aunque los dos métodos son muy diferentes, sus resultados se correlacionan muy bien en el análisis de descargas de las instalaciones municipales de aguas residuales.

En todo caso, las muestras deben ser incubadas durante 5 días a 20 °C. WTW ofrece una amplia gama de incubadoras con temperatura controlada.

Respiración/Agotamiento

A raíz de la conciencia siempre en aumento sobre la importancia de conservar el medio ambiente un número cada vez mayor de pruebas sobre la biodegradabilidad microbiana han pasado a primer plano. Estas pruebas pueden consistir en análisis de suelo en basureros o la determinación de la compatibilidad medioambiental de nuevas sustancias químicas. Mediante los sistemas OxiTop®-C se pueden ejecutar cómodamente las mediciones de respiración necesarias para la biodegradación anaeróbica y aeróbica con una evaluación excepcional.

WTW ofrece un paquete completo de gran diversidad con los correspondientes recipientes de muestreo.

En la página de Internet de WTW (www.wtw.com) pueden conseguirse informes de usuarios y descripciones de aplicación en relación con este tema.



“Medición de DBO por autocontrol”

Respiración/Determinación del biogás

con OxiTop® y OxiTop® Control

Medición libre de mercurio

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno sigue siendo una de las mediciones más importantes en la administración de los recursos acuíferos. Esta medición permite conocer la carga de las aguas normales y aguas residuales con materias biodegradables. A través de los sistemas OxiTop® WTW ofrece un sistema de aparatos excepcionales de diseño modular y sin mercurio. Este sistema es apropiado para la determinación de la DBO y también para la medición de la biodegradabilidad y el agotamiento.

Las ventajas de OxiTop® y OxiTop® Control: sencillo manejo, mejor control y libre de sustancias contaminantes, a lo cual se añaden rangos de medición de 400 000 mg/l DBO (con OxiTop® Control OC 110). Los valores pueden leerse directamente como la DBO en mg/l, puesto que la conversión de la presión medida se realiza automáticamente.

La importancia de la medición respirométrica de la DBO se pone de relieve con la incorporación de la ampliación del proceso de “determinación de la demanda bioquímica de oxígeno después de x días mediante un respirómetro según la DIN EN 1899-2 (H55)” como propuesta para un proceso unitario alemán en la 46ª Edición 2000 de DEV.

Muestras sin dilución

Función de temperatura automática: Inicio diferido para muestras frías

Memoria no volátil de los valores medidos

Áreas de aplicación

	OxiTop®	OxiTop® Control OC 100	OxiTop® 110
Aplicación	DBO de rutina	DBO de rutina, medición estándar de DBO	DBO de rutina, mediciones estándar y especiales de DBO, respiración/agotamiento, respiración de suelos, biodegradabilidad, determinación de biogás
Rango de medición de DBO	0 – 4.000 mg/l	0 – 4.000 mg/l	0 – 400.000 mg/l
Memoria de valores de medición	5 días	0,5 h – 99 días	0,5 h – 99 días
Modo de presión	—	—	Presión p 500 – 1.350 hPa
Volumen de muestra	Valores predeterminados de volumen	Valores predeterminados de volumen	Puede definirse libremente

Mediciones de DBO

Los paquetes completos OxiTop® para 6 ó 12 lugares de medición

Los paquetes completos están integrados de tal manera que contienen todo lo necesario para la medición. La configuración de cada paquete depende de la aplicación y varía en el número de recipientes, controladores y utensilios para la preparación de muestras.

Las plataformas de agitación se desarrollaron para mantener la temperatura constante y garantizar una distribución óptima del oxígeno en la muestra. Estas plataformas cuentan con lugar para 6 o 12 frascos estándar o 6 recipientes grandes para aplicaciones especiales.

Sistemas disponibles

- **DBO**
OxiTop® IS 6 / IS 12
OxiTop® Control 6/12
- **Respiración de suelos**
OxiTop® Control B6M / B6
- **OECD / Aplicaciones aeróbicas**
OxiTop® Control A6 / A12
OxiTop® Control S6 / S12
- **Determinación del biogás**
OxiTop® Control AN 6 / AN 12
- **Aplicaciones microbianas**
OxiTop® Control AN 6 / AN 12
OxiTop® Control A6 / A12

Composición de los paquetes completos



Accesorios	OxiTop®		OxiTop® Control			
	IS 6/ IS 12	6 / 12	B6 / B6M / B6M 2.5	A6 / A12	S6 / S12	AN6 / AN12
Recipiente con conexión de cabezal medidor	Frasco ambar 510 ml con carcasa de goma	Frasco ambar 510 ml con carcasa de goma	Frasco Duran 500 ml / Recipiente 1,0 l / Recipiente 2.5 l; con adaptador	Frasco 1000 ml / Frasco 250 ml con adaptador	Frasco ambar 510 ml con carcasa de goma	Recipiente 1000 ml / Recipiente 250 ml
Número	6 / 12	6 / 12	6 / 6 / 6	6 / 12	6 / 12	6 / 12
Cabezales medidores	OxiTop®	OxiTop®-C	OxiTop®-C	OxiTop®-C	OxiTop®-C	OxiTop®-C
Plataforma de agitación	IS 6/IS 12	IS 6/IS 12	—	IS 6-Var/IS 12	IS 6/IS 12	IS 6-Var/IS 12
Controlador	—	OC 100	OC 110	OC 110	OC 110	OC 110
Software + Cable	—	—	●	●	●	●
Absorbente de CO ₂	●	●	●	●	●	●
Inhibidor de nitrificación	●	●	—	●	●	●
Matraces aforados de expansión	164 / 432 ml	164 / 432 ml	—	—	—	—
Barras agitadoras	6/12	6/12	—	6/12	6/12	6/12
Distanciador de barras agitadoras	●	●	—	●	●	●
Bloques de diagrama	●	●	—	—	—	—

ver página

68

69

75

76

76

77

Mediciones de autocontrol de DBO – para mediciones de rutina

Alta precisión

Almacenamiento automático de valores durante 5 días

Móvil

Ampliable

Datos técnicos

	Cabezal OxiTop®
Principio de medición	manométrico mediante sensor de presión
Magnitud	BSB _n
Rango de medición	0 ... 40 dígitos (unidades de visualización) corresponde a 0 ... 40 / 80 / 200 / 400 / 800 / 2000 / 4000 mg/l BSB
Precisión de pantalla	±1 dígito (± 3,55 hPa)
Rango de presiones de empleo	500 - 1100 hPa
Memoria de valores de medición	para DBO ₅ : 1 por día
Temperatura ambiente	Almacenamiento: -25 °C ... +65 °C Operación: +5 °C ... +50 °C
Dimensiones	Altura: 69 mm, Ø 70 mm

OxiTop® IS 6, IS 12

Paquetes completos para 6 ó 12 mediciones simultaneas

La medición con OxiTop® consiste en una medición de presión en un sistema cerrado: los microorganismos que se encuentran en la muestra consumen oxígeno y generan CO₂. El CO₂ se absorbe con NaOH. Creando una presión negativa que puede leerse directamente como valor de medición en forma de DBO en mg/l.

Con los volúmenes de muestras empleados se regula cuánto oxígeno está disponible con lo cual se puede realizar una determinación completa de la DBO. Mediante los diferentes volúmenes empleados se pueden medir rangos de hasta 4.000 mg/l.

Los cabezales de OxiTop® (verdes y amarillos para diferenciar la entrada y la salida) disponen de una función de temperatura automática: si la temperatura de la muestra sigue estando fría, se demora automáticamente el inicio de la medición hasta alcanzar una temperatura constante, por lo menos durante 1 hora.

Junto al almacenamiento automático de 5 valores de medición (1 valor cada día) se pueden leer manualmente otros valores en ese período o después de 5 días; de esa forma los valores de control o las mediciones pueden seguirse durante un período más extenso.



OxiTop® IS 12



Información para pedidos

		Referencia
OxiTop® IS 6	Paquete completo, listo para medir para 6 lugares de medición, con sistema inductivo de agitación IS 6, para funcionamiento con conexión a la red eléctrica 230V/50/60Hz y 6 sistemas de medición OxiTop®, incluye accesorios	208 210
OxiTop® IS 12-6	Paquete completo, listo para medir para 6 lugares de medición, ampliable a 12 lugares de medición, con sistema inductivo de agitación IS 12, para funcionamiento con conexión a la red eléctrica 230V/50/60Hz y 6 sistemas de medición OxiTop®, incluye accesorios	208 212
OxiTop® IS 12	Paquete completo, listo para medir para 12 lugares de medición, con sistema inductivo de agitación IS 12, para funcionamiento con conexión a la red eléctrica 230V/50/60Hz y 12 sistemas de medición OxiTop®, incluye accesorios	208 211
Nota: ver la Lista de precios donde se incluyen otras variantes de estos aparatos para 120 VAC/60 Hz		

Mediciones de DBO

El cabezal medidor OxiTop®-C



- El cabezal medidor tiene, en lugar de la pantalla y las teclas de OxiTop®, una interfaz de infrarrojos mediante la cual se comunica con el Controlador OC 100 o el OC 110. Al apuntar el controlador en un OxiTop® C la cabeza de medición se identifica y se activa, los datos pueden ser llamados o borrados y el progreso de la muestra es desplegado en la pantalla del controlador.
- Cada cabeza de medición tiene su propio número de identificación, lo cual significa que ya no es necesaria la identificación manual de las muestras incluyendo a las muestras paralelas. Adicionalmente, se pueden realizar fácilmente evaluaciones estadísticas para muestras paralelas.
- Los cabezales medidores de OxiTop®-C disponen de una función de control automático de la temperatura que difiere hasta 4 horas el inicio del procesamiento de las muestras demasiado frías. Este modo también puede desactivarse en la modalidad de DBO estándar.
- Los cabezales medidores pueden almacenar hasta un máximo de 360 juegos de datos. Los datos son almacenados de forma automática en el intervalo correspondiente de acuerdo con el intervalo de tiempo establecido (0.5 h hasta 99 días)
- El sensor integrado de presión puede registrar diferencias en presión entre 500 y 1.350 hPa.

Datos técnicos

	Cabezal medidor OxiTop®
Principio de medición	manométrico mediante un sensor de presión
Magnitud	DBO _n
Rango de presión de empleo	500 - 1350 hPa
Precisión	±1 % del valor de medición ±1 hPa
Resolución	1 hPa (corresponde a 0,7 % del rango de medición DBO _n)
Alimentación eléctrica	Batería de litio (280 mAh) 2 x CR2430
Temperatura ambiente	Almacenamiento: -25 °C ... +65 °C Operación: +5 °C ... +50 °C
Dimensiones	Altura: 70 mm, Ø 70 mm

Información para pedidos

		Referencia
OxiTop® Control 6	Paquete completo, listo para medir 6 lugares de medición con Controlador OC 100 y Sistema inductivo de agitación IS 6, para funcionar con conexión a la red eléctrica 230 V/50/60 Hz y Sistema de medición 6 OxiTop®-C, incluye 6 frascos de muestras y 6 barras agitadoras magnéticas y otros accesorios.	208 201
OxiTop® Control 12	Paquete completo, listo para medir 12 lugares de medición, con Controlador OC 100 y Sistema inductivo de agitación IS 12, para funcionar con conexión a la red eléctrica 230 V/50/60 Hz y 12 Sistemas de medición OxiTop®-C, incluye 12 frascos de muestras, 12 carcasas de goma y 12 barras de agitación magnética y otros accesorios.	208 204
OxiTop® Control S6/S12	Paquete completo con Controlador OC 110 y software	ver página 76

Nota: ver la Lista de precios donde se incluyen otras variantes de estos aparatos para 120 VCA/60 Hz

Medidor de DQO

Con Reconocimiento del Código de Barras de los Viales de Muestra



Un Laboratorio Completo para el Análisis de Aguas Residuales

El HI 83224 dispone de un potente sistema de menú interactivo para el usuario que le ayuda antes, durante y después del análisis.

Este instrumento permite el reconocimiento automático de las muestras en los viales con código de barras. El HI 83224 escanea cada vial insertado en la célula de medición e identifica automáticamente la muestra y el rango.

Pulse la tecla AYUDA en cualquier momento y dispondrá de cantidad de información complementaria específica de la pantalla en curso, tutorías u opciones de menú. El modo tutoría puede ser activado o desactivado y es una opción disponible en el menú Configuración (Setup).

- ▣ LCD Gráfico
- ▣ Viales de muestra con código de barras que garantizan un análisis correcto
- ▣ Interfaz intuitiva con menús de AYUDA en pantalla
- ▣ Conexión USB a PC

Escaneado Automático de Muestras

Evite confusiones y muestras erróneas mediante identificación por código de barras



Identificación

Los viales con código de barras permiten el reconocimiento automático de muestras y rangos.

Tras colocar el vial en la célula de medición, el HI 83224 escanea la muestra y presenta los resultados en pantalla.



Medidor de DQO

Con Reconocimiento de Código de Barras de los Viales de Muestra

INFORMACION PARA PEDIDOS

HI 83224 se suministra con viales de muestra (10), paños para limpieza de cubetas (4), tijeras y manual de instrucciones.

SOLUCIONES

HI 93703-50 Solución para limpieza de cubetas, 250 ml

ACCESORIOS

Los siguientes accesorios y piezas de repuesto han sido diseñados especialmente para el análisis de DQO con el fin de que sus mediciones resulten más simples y seguras.

HI 3898 Test kit para el análisis inmediato de la concentración de cloro

HI 839800-01 Reactor de HANNA instruments® (115 Vca)

HI 839800-02 Reactor de HANNA instruments® (230 Vca)

HI 151-00 Termómetro con sonda de acero inoxidable

HI 710005 Transformador de 110 Vca / 12 Vcc

HI 710006 Transformador de 220 Vca / 12 Vcc

HI 731310 Pila de 9V (10)

HI 731311 Viales de vidrio con tapas (5)

HI 731318 Paño para limpiar cubetas (4)

HI 731321 Cubeta de medición (4)

HI 731325N Tapa de cubeta (4)

HI 731340 Pipeta automática de 200 µl

HI 731341 Pipeta automática de 1000 µL

HI 731342 Pipeta automática de 2000 µL

HI 731350 Punta para pipeta automática de 200 µL (25)

HI 731351 Punta para pipeta automática de 1000 µL (25)

HI 731352 Punta para pipeta automática de 2000 µL (4)

HI 740142 Jeringa graduada de 1 ml

HI 740143 Jeringa graduada de 1 ml (6)

HI 740144 Punta de pipeta (6)

HI 740157 Pipeta de plástico para rellenado (20)

HI 740216 Parrilla para enfriamiento de viales (capacidad 25 viales)

HI 740217 Pantalla protectora

HI 92000 Software de aplicación compatible con Windows®

HI 920010 Cable en serie para conexión con PC (9 pins)



HI 731340 Pipeta automática de 200 µL

Notas:

Para el análisis de cloro, también disponemos de reactivos líquidos.

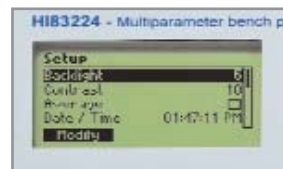
Gestión de Datos

Tenga acceso a sus datos mediante el HI 83224 de forma fácil y rápida. Guarde y recupere en cualquier momento hasta 200 mediciones completas con fecha y hora.



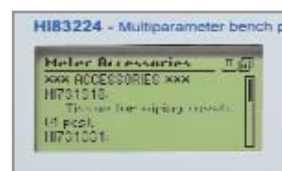
Pantalla de Configuración

La pantalla de configuración del HI 83224 permite a los usuarios ajustar los formatos de pantalla, así como los de fecha y hora, seleccionando idiomas, activando tutorías, mostrando información acerca del instrumento y otros!



Pantallas de AYUDA

Pulsando la tecla AYUDA, los usuarios pueden obtener información sobre la pantalla en curso, números de servicio técnico e incluso accesorios que completan el HI 83224.



Especificaciones	HI 83224
Fuente de Luz	Lámparas de tungsteno con filtros de interferencia de banda estrecha
Detector de Luz	Fotocélula de silicio
Registro de Datos	Hasta 200 muestras
Alimentación	230 Vca ó 115Vca
Dimensiones	235 x 212 x 143 mm
Peso	640 g

Parámetro	Rango	Método	Código Reactivo
Amoniaco LR (Rango Bajo)	0,00 a 3,00 mg/l	Nessler	HI 93764A-25
Amoniaco HR (Rango Alto)	0 a 100 mg/l (como NH ₃ -N)	Nessler	HI 93764B-25
Cloro Libre ‡	0,00 a 5,00 mg/l	DPD	HI 93701-01
Cloro Total ‡	0,00 a 5,00 mg/l	DPD	HI 93711-01
DQO LR (Rango Bajo)	0 a 150 mg/l	Dicromato de Mercurio	HI 93754A-25
DQO MR (Rango Medio)	0 a 1500 mg/l	Dicromato de Mercurio	HI 93754B-25
DQO HR (Rango Alto)	0 a 15000 mg/l	Dicromato de Mercurio	HI 93754C-25
Nitrato	0,0 a 30,0 mg/l (como NO ₃ -N)	Acido Cromotrópico	HI 93766-50
Nitrógeno, Total LR (R. Bajo)	0,0 a 25,0 mg/l	Acido Cromotrópico	HI 93767A-50
Nitrógeno, Total HR (R. Alto)	10 a 150 mg/l	Acido Cromotrópico	HI 93767B-50
Acido Fosforoso Hidrolizable	0,00 a 5,00 mg/l (como PO ₄ ³⁻)	Acido ascórbico	HI 93758B-50
Fósforo, Reactivo	0,00 a 5,00 mg/l (como PO ₄ ³⁻)	Acido ascórbico	HI 93758A-50
Fósforo, Reactivo HR (R. Alto)	0,0 a 100,0 mg/l (como PO ₄ ³⁻)	Acido Vanadomolibdofosfórico	HI 93763A-50
Fósforo, Total	0,00 a 3,50 mg/l	Acido ascórbico	HI 93758C-50
Fósforo, Total HR (R. Alto)	0,0 a 100,0 mg/l (como PO ₄ ³⁻)	Acido Vanadomolibdofosfórico	HI 93763B-50

Annex II: Fitxes de seguretat de substàncies

A. Hipoclorit de sodi



PRODUCTO: HIPOCLORITO SODICO CÓDIGO: 20571	FECHA: 10/09/2014 REVISIÓN: 05
---	---

Fórmula química:
NaClO

Otros nombres:
Medio de blanqueo, Clorax, Agua de javelle, Solución de labarraque.

Características:
Líquido amarillo transparente, corrosivo.

Composición:
Hipoclorito sódico > 12,5% de cloro activo.
Hidróxido de sodio < 1%

VARIABLES	VALORES TIPO	ESPECIFICACIONES DE VENTA	UNIDADES
Contenido en cloro activo a la salida de planta		≥ 150	g/l
Hidróxido sódico		3 – 10	g/l
Hierro	1		ppm
Carbonato Sódico	15		g/l

Estas informaciones corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y se suministra de buena fe. Sin embargo, corresponde al usuario la responsabilidad de cerciorarse que el producto es apropiado para el uso particular al que se le destina y se manipula de acuerdo la legislación aplicable, tanto local como nacional.

B. Dicloroisocianurat de sodi



Specialized in chemicals

Hefei TNJ Chemical Industry Co.,Ltd.

B911 Xincheng Business Center,
Qianshan Rd. Hefei 230022 China

Tel : (0086) 551 65418695

Fax: (0086) 551 65418697

Email: info@tnjchem.com

Site: www.tnjchem.com

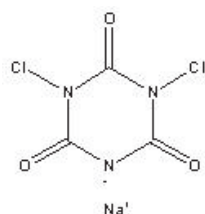
Technical Data Sheet

SDIC

Product Information

Chemical Name	Sodium dichloroisocyanurate(SDIC)
CAS #	2893-78-9
Formula	C ₃ Cl ₂ N ₃ NaO ₃
Molecular Weight	219.9462
Synonyms	1-Sodium-3,5-dichloro-s-triazine-2,4,6-trione;SDIC

Chemical Structure



Description

PH: 5.5-7.0, UN NO: 2465, CLASS NO: 5.1

powder & granular: 8-30mesh ,20-40mesh,20-60mesh, tablet:15g 20g or as request

Physical Properties

Melting point, °C .	240℃~250℃
Density	0.74g/cm ³ .

Specification

Item	Specification
Assay, %	≥56.0
Water, %	≤3
PH Value	5.5--7.0

Safety

Always refer to the Material Safety Data Sheet (MSDS)

Applications

The products can effectively kill various germs,funguses and viruses.It is effective on deodorizing cleaning water,killing algae or bleaching.It can be widely used for epidemic prevention,livestock farming,industry and agriculture.

Packaging

25kg/woven bag;1000kg/woven bag;25kg/plastic drum;50kg/plastic drum;50kg/fiber drum

Storage & Handling

store in a dry, cool, well-ventilated area away from heat ,open flames, organic chemicals and light.

Always refer to the Material Safety Data Sheet (MSDS) for detailed information on handling and disposal.

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchant ability or any other warranty, express or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigations to determine the suitability of the information for their particular purposes. In no event shall we be liable for any claims, losses, or damages of any third party or for lost profits or any special, indirect, incidental, consequential or exemplary damages, howsoever arising, even if we has been advised of the possibility of such damages.

Hefei TNJ Chemical Industry Co.,Ltd.

B911 Xincheng Business Center
Qianshan Road, Hefei
230022 Anhui
China

Tel : (0086) 551 65418695
Fax: (0086) 551 65418697
Email: info@tnjchem.com
Site: www.tnjchem.com

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

El presente Real Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, a 7 de febrero de 2003.

JUAN CARLOS R.

El Vicepresidente Primero del Gobierno
y Ministro de la Presidencia,
MARIANO RAJOY BREY

ANEXO I**Parámetros y valores paramétricos***A. Parámetros microbiológicos.*

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
1. Escherichia coli	0 UFC en 100 ml	
2. Enterococo	0 UFC en 100 ml	
3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas)	0 UFC en 100 ml	1 y 2

Notas:

(1) Cuando la determinación sea positiva y exista una turbidez mayor 5 UNF se determinarán, en la salida de ETAP o depósito, si la autoridad sanitaria lo considera oportuno, «Cryptosporidium» u otros microorganismos o parásitos.

(2) Hasta el 1 de enero de 2004 se podrá determinar «Clostridium» sulfito reductor en vez de «Clostridium perfringens». Las condiciones descritas en la nota 1 y el valor paramétrico serán los mismos para ambos.

B.1 Parámetros químicos

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
4. Antimonio	5,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	10,0 µg/l	
5. Arsénico	10 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
6. Benceno	1,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
7. Benzo(α)pireno	0,010 µg/l	
8. Boro	1,0 mg/l	
9. Bromato:		1
A partir de 01/01/2009	10 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	25 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
10. Cadmio	5,0 µg/l	
11. Cianuro	50 µg/l	
12. Cobre	2,0 mg/l	
13. Cromo	50 µg/l	
14. 1,2-Dicloroetano	3,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
15. Fluoruro	1,5 mg/l	
16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA)	0,10 µg/l	
Suma de:		
Benzo(b)fluoranteno	µg/l	
Benzo(ghi)perileno	µg/l	
Benzo(k)fluoranteno	µg/l	
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/l	
17. Mercurio	1,0 µg/l	
18. Microcistina	1 µg/l	2
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
19. Níquel	20 µg/l	

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
20. Nitrato	50 mg/l	3
21. Nitritos:		3 y 4
Red de distribución	0,5 mg/l	
En la salida de la ETAP/depósito 0,1 mg/l	0,1 mg/l	
22. Total de plaguicidas	0,50 µg/l	5 y 6
23. Plaguicida individual	0,10 µg/l	6
Excepto para los casos de:		
Aldrín	0,03 µg/l	
Dieldrín	0,03 µg/l	
Heptacloro	0,03 µg/l	
Heptacloro epóxido	0,03 µg/l	
24. Plomo:		
A partir de 01/01/2014	10 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2013	25 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
25. Selenio	10 µg/l	
26. Trihalometanos (THMs): Suma de:		7 y 8
A partir de 01/01/2009	100 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	150 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
Bromodiclorometano	µg/l	
Bromoformo	µg/l	
Cloroformo	µg/l	
Dibromoclorometano	µg/l	
27. Tricloroeteno + Tetracloroeteno	10 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
Tetracloroeteno	µg/l	
Tricloroeteno	µg/l	

Notas:

(1) Se determinará cuando se utilice el ozono en el tratamiento de potabilización y se determinará al menos a la salida de la ETAP.

(2) Sólo se determinará cuando exista sospecha de eutrofización en el agua de la captación, se realizará determinación de microcistina a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(3) Se cumplirá la condición de que $[\text{nitrato}]/50 + [\text{nitrito}]/3 < 1$. Donde los corchetes significan concentraciones en mg/l para el nitrato (NO_3) y para el nitrito (NO_2).

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) Suma de todos los plaguicidas definidos en el apartado 10 del artículo 2 que se sospeche puedan estar presentes en el agua.

(6) Las comunidades autónomas velarán para que se adopten las medidas necesarias para poner a disposición de la autoridad sanitaria y de los gestores del abastecimiento el listado de plaguicidas fitosanitarios utilizados mayoritariamente en cada una de las campañas contra plagas del campo y que puedan estar presentes en los recursos hídricos susceptibles de ser utilizados para la producción de agua de consumo humano.

(7) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro, se determinarán cloritos a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

(8) En los casos de que los niveles estén por encima del valor paramétrico, se determinarán: 2,4,6-triclorofenol u otros subproductos de la desinfección a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.

B.2 Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
28. Acrilamida	0,10 µg/l	1
29. Epiclorhidrina	0,10 µg/l	1
30. Cloruro de vinilo	0,50 µg/l	1

Nota:

(1) Estos valores paramétricos corresponden a la concentración monomérica residual en el agua, calculada con arreglo a las características de la migración máxima del polímero correspondiente en contacto con el agua.

La empresa que comercialice estos productos presentará a los gestores del abastecimiento y a los instaladores de las instalaciones interiores la documentación que acredite la migración máxima del producto comercial en contacto con el agua de consumo utilizado según las especificaciones de uso del fabricante.

C. Parámetros indicadores

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
31. Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 ml	
32. Recuento de colonias a 22 °C			
A la salida de ETAP	100 UFC	En 1 ml	
En red de distribución	Sin cambios anómalos		
33. Aluminio	200	µg/l	
34. Amonio	0,50	mg/l	
35. Carbono orgánico total	Sin cambios anómalos	mg/l	1
36. Cloro combinado residual	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37. Cloro libre residual	1,0	mg/l	2 y 3
38. Cloruro	250	mg/l	
39. Color	15	mg/l Pt/Co	
40. Conductividad	2.500	µS/cm ⁻¹ a 20 °C	5
41. Hierro	200	µg/l	
42. Manganeseo	50	µg/l	
43. Olor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
44. Oxidabilidad	5,0	mg O ₂ /l	1
45. pH:			5 y 6
Valor paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
Valor paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46. Sabor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
47. Sodio	200	mg/l	
48. Sulfato	250	mg/l	
49. Turbidez: A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
En red de distribución	5	UNF	

Notas:

(1) En abastecimientos mayores de 10.000 m³ de agua distribuida por día se determinará carbono orgánico total, en el resto de los casos, oxidabilidad.

(2) Los valores paramétricos se refieren a niveles en red de distribución.

La determinación de estos parámetros se podrá realizar también «in situ».

En el caso de la industria alimentaria, este parámetro no se contemplará en el agua de proceso.

(3) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización.

Si se utiliza el dióxido de cloro se determinarán cloritos a la salida de la ETAP.

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) El agua en ningún momento podrá ser ni agresiva ni incrustante.

El resultado de calcular el Índice de Langelier debería estar comprendido entre +/- 0,5.

(6) Para la industria alimentaria, el valor mínimo podrá reducirse a 4,5 unidades de pH.

ANEXO II

Parte A. Sustancias destinadas al tratamiento del agua de consumo humano, excepto biocidas notificados para tipo de producto 5

Estas sustancias están afectadas por los requisitos contemplados en el Reglamento (CE) n.º 1907/2006 relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos (REACH).

Nota 1. Tras el tratamiento, el agua no debería ser ni agresiva ni incrustante, según la nota 5 de la parte C del anexo 1 del RD 140/2003.

Nota 2. Según disponga la Autoridad sanitaria competente.

VP: Valor paramétrico conforme el anexo 1 del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.